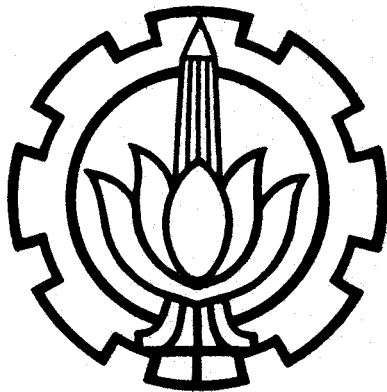


3549 / IT / H / 91 ✓

**STUDI TENTANG
IMPLEMENTASI KONSEP ISDN PADA
JARINGAN TELEKOMUNIKASI
PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN**



885
621.387 8
Stn
S-1
1000

Oleh :

Arnest Sinaga
NRP. 2852200319

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

**STUDI TENTANG
IMPLEMENTASI KONSEP ISDN PADA
JARINGAN TELEKOMUNIKASI
PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Elektro**

Pada

**Bidang Studi Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

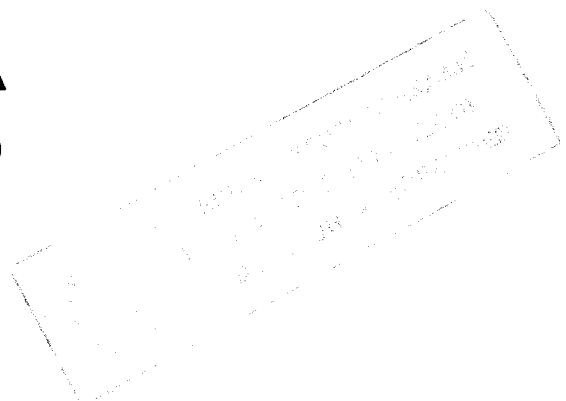
**Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing**

 10/3/90

DR. Ir. AGUS MULYANTO

S U R A B A Y A

PEBRUARI, 1990



A B S T R A K

Pertamina Daerah Kalimantan merupakan salah satu unit operasi Pertamina yang memiliki wilayah kerja yang tersebar di berbagai pelosok di Kalimantan. Untuk mengkoordinasikan semua jenis kegiatan operasi yang ada di seluruh wilayah kerja tersebut, diperlukan suatu jaringan telekomunikasi yang terintegrasi baik sistem maupun jenis pelayanan. Sistem jaringan telekomunikasi yang dapat memenuhi keperluan tersebut adalah Jaringan Digital untuk Pelayanan Terpadu (ISDN).

ISDN merupakan evolusi dari jaringan digital terpadu (IDN) yang menyelenggarakan hubungan secara digital antar pelanggan yang didasarkan pada kemampuan sinyal digital untuk membawa sinyal suara dan bukan suara secara bersama-sama dengan keandalan yang cukup. Untuk mendukung implementasi konsep ISDN, CCITT telah mengeluarkan standard-standard (rekomendasi) tentang ISDN yang meliputi konfigurasi referensi, struktur interface dan kemampuan akses, sistem signalling yang digunakan, sistem penomoran dan didukung pula dengan model referensi OSI dari ISO.

Agar konsep ISDN tersebut dapat diimplementasikan pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan, diperlukan suatu studi tentang implementasi konsep ISDN pada jaringan tersebut diatas. Studi tentang implementasi konsep ISDN ini dilakukan dengan mengumpulkan data jaringan telekomunikasi yang ada. Dari hasil pengumpulan data diadakan analisa jenis dan jumlah pelayanan yang dibutuhkan serta kemampuan jaringan yang ada untuk mendukung implementasi konsep ISDN, berdasarkan standard-standard (Rekomendasi CCITT) tentang ISDN.

Dari analisa diatas dihasilkan suatu standard konfigurasi model ISDN yang sesuai dengan kebutuhan dan didasarkan pada standard-standard (Rekomendasi CCITT) tentang ISDN. Selanjutnya model yang telah dihasilkan, diimplementasikan kedalam jaringan dengan diawali pembentukan jaringan digital terpadu, kemudian uji coba lapangan dan selanjutnya implementasi konsep ISDN kedalam jaringan.

K A T A P E N G A N T A R

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, berkat rahmat dan kehendakNya lah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, dengan judul :

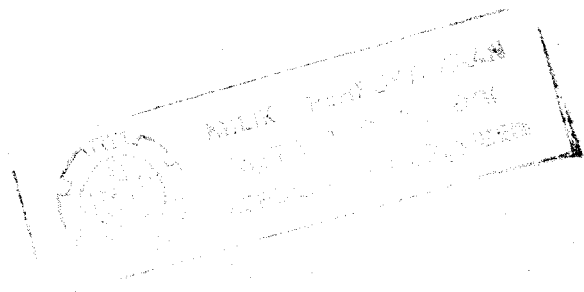
"STUDI TENTANG IMPLEMENTASI KONSEP ISDN PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN"

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada Bidang Studi Teknik Telekomunikasi di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Penulis menyadari bahwa buku Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, akan tetapi harapan penulis kiranya dapat memberikan sedikit sumbangan ataupun sebagai bahan acuan yang dapat digunakan dalam penerapannya.

Surabaya, Pebruari 1990

Penulis



UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan telah selesainya penyusunan buku Tugas Akhir ini, sewajarnya apabila penulis menghaturkan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak Dr.Ir. Agus Mulyanto MSc, selaku dosen pembimbing dan Ketua Bidang Studi Teknik Telekomunikasi, yang dengan penuh perhatian dan sabar memberikan bimbingan sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Ir. Syariffuddin M. M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS dan juga sebagai dosen wali penulis yang dengan kebijaksaannya memberikan bimbingan perwalian sehingga penulis dapat menyelesaikan studi.
3. Bapak Ir. Spto Wibowo, selaku Kepala Telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan beserta staf, yang telah membantu memberikan data-data yang diperlukan untuk penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Para dosen pada Bidang Studi Teknik Telekomunikasi dan rekan-rekan serta semua pihak yang telah turut membantu hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

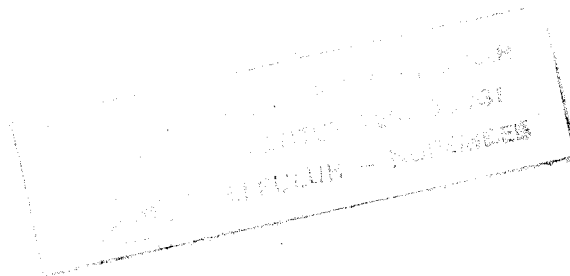
Semoga Tuhan Yang Maha Esa akan membalaskan semua bantuan yang telah bapak-bapak serta rekan-rekan berikan dan sekali lagi penulis ucapkan terima kasih.

D A F T A R - I S I

B A B	HALAMAN
J U D U L	i
PENGESAHAN	ii
A B S T R A K	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xvi
 I PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan dan Batasan	4
1.3. Metodologi	4
1.4. Sistematika Pembahasan	5
1.5. Relevansi	5
 II JARINGAN DIGITAL TERPADU DASAR MENUJU ISDN	 6
2.1. U m u m	6
2.2. Sistem Komunikasi Kode Pulsa	7
2.2.1. Konversi Sinyal Analog ke Sinyal Digital	7
2.2.2. Multiplexing dan Demultiplex- ing	13

2.2.3. Konversi Sinyal Digital ke Sinyal Analog	14
2.3. Sistem Transmisi Digital	16
2.3.1. Sinkronisasi antara Pengirim dan Penerima	19
2.3.2. Kode Sinyal pada Saluran (Line Coding)	20
2.3.3. Regenerative Repeater dan Line Terminating Unit	21
2.4. Sistem Switching Digital	22
2.4.1. Time Switch	24
2.4.2. Space Switch	25
2.4.3. Kombinasi Time Switch dan Space Switch	25
2.4.4. Kontrol Memori	27
2.4.5. Posisi Sistem Switching dalam Jaringan	29
2.5. Sinkronisasi pada Jaringan Teleponi Digital	31
2.6. Signalling antar Sentral	31
2.7. Jaringan Digital Terpadu Teleponi ...	32
III INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK	33
3.1. Rekomendasi CCITT tentang ISDN	33
3.2. Open System Interconnection (OSI) ...	36

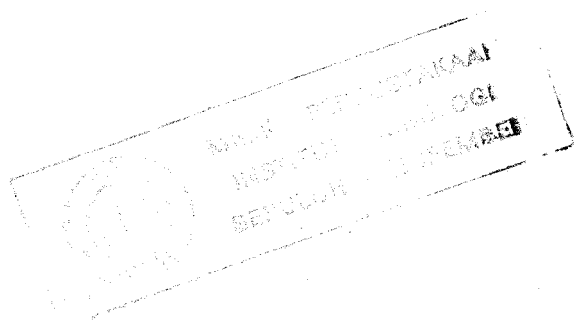
3.2.1. Model Referensi OSI	36
3.2.2. Tujuan Model Referensi OSI ...	37
3.2.3. Struktur OSI	38
3.3. Pelayanan Jasa pada ISDN	41
3.3.1. Bearer Service	41
3.3.2. Teleservice	42
3.4. Saluran Pelanggan Digital pada ISDN	42
3.4.1. Konfigurasi Referensi Saluran Pelanggan	43
3.4.2. Struktur Interface dan Kemam - puan Akses	47
3.5. Transmisi sinyal Digital pada Saluran Pelanggan	49
3.5.1. Time Compressed Multiplexing	49
3.5.2. Echo Canceller	51
3.6. Sistem Signalling pada ISDN	52
3.6.1. User Signalling	53
3.6.2. Common Channel Signallig - CCS No.7	55
3.7. Penomoran dan Adressing	59
3.8. Interworking Jaringan pada ISDN	61
IV JARINGAN TELEKOMUNIKASI PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN	63
4.1. U m u m	63

**B A B****HALAMAN**

4.2. Struktur Jaringan	64
4.3. Sistem Penomoran	66
4.4. Sistem Switching Teleponi	66
4.4.1. Sentral Telepon Analog	67
4.4.2. Sentral Telepon Digital	68
4.5. Sistem Transmisi	72
4.5.1. VHF&UHF/FM Radio Multikanal ..	73
4.5.2. UHF/PCM-PSK Radio Multikanal	77
4.5.3. VHF&UHF/FM Radio Mobile dan Handy Talky	81
4.5.4. VHF&UHF/FM Single Channel Radio (Through Dialling)	81
4.5.5. HF/SSB Radio Transceiver	81
4.5.6. Sistem Transmisi melalui Satelit	82
4.6. Sirkuit Sewa (Leased Channel)	84
4.7. Kemampuan Pelayanan Jaringan	85
 V IMPLEMENTASI KONSEP ISDN PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN	 88
5.1. U m u m	88
5.2. Studi Pendahuluan	90
5.3. Konsep Perencanaan	92
5.3.1. Perencanaan Jaringan Digital Terpadu	93

5.3.1.1. Perencanaan Struktur Jaringan	93
5.3.1.2. Perencanaan Sistem Switching	94
5.3.1.3. Perencanaan Sistem Transmisi	99
5.3.1.4. Perencanaan Sinkronisasi	102
5.3.1.5. Perencanaan Sistem Signalling	103
5.3.1.6. Perencanaan Sistem Penomoran	104
5.3.2 Perencanaan Jaringan Digital untuk Pelayanan Terpadu	106
5.4. Pembentukan Jaringan Digital Terpadu .	109
5.4.1. Transisi dari Jaringan Analog Ke Jaringan Digital	111
5.4.1.1. Introduksi Jaringan Digital dalam Jaringan Analog	111
5.4.1.2. Model-model untuk pencapaian penetrasi Digital	112
5.4.1.3. Hal-hal yang perlu diperhatikan pada masa	

transisi	115
5.4.2. IDN sebagai Jaringan Suara dan Data Terpadu	117
5.5. Implementasi Konsep ISDN	121
5.5.1. Uji-coba implementasi Model ISDN	121
5.5.2. Implementasi ISDN pada IDN teleponi	123
5.5.2.1. Pengembangan model ISDN	124
5.5.2.2. Penerapan fasilitas Interworking (IWU) ...	124
5.5.2.3. Penerapan Basic Rate Access	126
5.5.2.4. Penerapan Terminal ISDN	126
VI KESIMPULAN DAN SARAN	128
6.1. Kesimpulan	128
6.2. Saran - saran	130
DAFTAR KEPUSTAKAAN	131
LAMPIRAN - LAMPIRAN	134
USULAN TUGAS AKHIR	148



D A F T A R G A M B A R

GAMBAR		HALAMAN
2-1	DIAGRAM BLOK PEMBANGKITAN SINYAL PCM .	8
2-2	KUANTISASI UNIFORM SUATU SAMPLE SINYAL PAM	9
2-3	KUANTISASI NON UNIFORM	10
2-4	BAGIAN POSITIF DARI KARAKTERISTIK 13 SEGMENT (HUKUM-A)	12
2-5	PRINSIP DASAR MULTIPLEXING DAN DEMUL - TIPLEXING	13
2-6	PRINSIP DASAR KONVERSI DIGITAL KE ANA- LOG	15
2-7	MULTIPLEX HIERARCHI SESUAI DENGAN RE - KOMENDASI CCITT	17
2-8	STRUKTUR FRAME SISTEM TRANSMISI PCM-30	18
2-9	STRUKTUR FRAME SISTEM TRANSMISI PCM-24	19
2-10	PENGIRIMAN TIMING SIGNAL UNTUK SINKRO- NISASI	20
2-11	REGENERATIVE REPEATER DAN LTU PADA SISTEM TRANSMISI PCM	22
2-12	SISTEM SWITCHING DIGITAL	23
2-13	DIAGRAM BLOK DASAR TIME SWITCH	24
2-14	DIAGRAM BLOK DASAR SPACE SWITCH	26
2-15	DIAGRAM BLOK DASAR SPACE TIME SWITCH .	28
3-1	STRUKTUR MODEL REFERENSI OSI	39

GAMBAR

HALAMAN

3-2	KONFIGURASI REFERENSI AKSES PEMAKAI ISDN	45
3-3	TIME COMPRESSED MULTIPLEXING	50
3-4	DIAGRAM BLOK DASAR ECHO CANCELLER ...	52
3-5	FORMAT LINK ACCESS PROTOKOL KANAL D (LAP-D)	54
3-6	STRUKTUR DASAR SISTEM SIGNALLING - CCS NO.7	56
3-7	STRUKTUR MSU SIGNALLING CCS NO.7	57
3-8	STRUKTUR ADRESS (ALAMAT) PADA ISDN ..	60
3-9	INTERWORKING JARINGAN TAHAP GANDA ...	62
4-1	STRUKTUR JARINGAN TELEKOMUNIKASI - PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN	65
4-2	TRUNKING DIAGRAM DARI PABX AKD 791 ERICSSON YANG DIGUNAKAN PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI PERTAMINA DAERAH KALI- MANTAN	68
4-3	DIAGRAM BLOK DASAR DIGITAL PABX TYPE MD-110 ERICSSON YANG DIGUNAKAN DI RU - MAH SAKIT PERTAMINA BALIKPAPAN	69
4-4	STRUKTUR FUNGSIONAL DARI DIGITAL PABX TYPE MD-110 ERICSSON YANG DIGUNAKAN PADA RUMAH SAKIT PERTAMINA BALIKPAPAN	71
4-5	DIAGRAM BLOK DASAR MULTI KANAL RADIO TYPE FM 72/300 MERK SIEMENS YANG DI	

GAMBAR

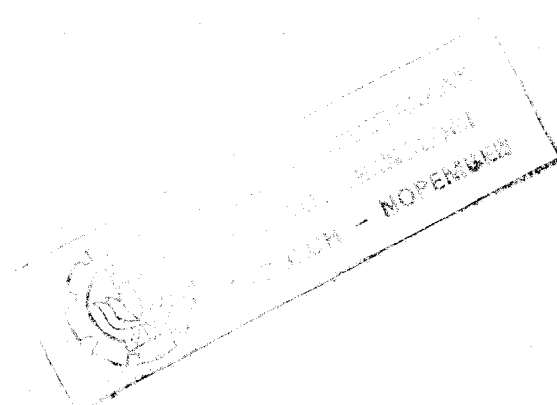
HALAMAN

	GUNAKAN PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN	74
4-6	DIAGRAM BLOK PCM-30 VF MULTIPLEX EQUIP MENT JUJ-5A JRC YANG DIGUNAKAN PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI PERTAMINA DAE- RAH KALIMANTAN	78
4-7	DIAGRAM BLOK RADIO DIGITAL JUK-204 JRC YANG DIGUNAKAN PADA JARINGAN TELEKOMU- NIKASI PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN ..	79
4-8	DIAGRAM BLOK STASION BUMI KECIL (SBK) LEN YANG DIGUNAKAN UNTUK HUBUNGAN BALIKPAPAN DAN LAPANGAN MINYAK TANJUNG	83
4-9	MODEL SISTEM JARINGAN TELEX YANG DIGU- NAKAN ANTARA BALIKPAPAN DAN LAPANGAN - LAPANGAN	87
5-1	PERENCANAAN STRUKTUR JARINGAN	95
5-2	LAPANGAN-LAPANGAN MINYAK PERTAMINA DAE- RAH KALIMANTAN YANG DIRENCANAKAN DILA- LUI JARINGAN RADIO DIGITAL MULTIKANAL	100
5-3	PERENCANAAN SISTEM TRANSMISI	101
5-4	PERENCANAAN SISTEM PENOMORAN	104
5-5	PERENCANAAN KONFIGURASI MODEL ISDN PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN	110
5-6	METHODA PENDEKATAN PENETRASI DIGITAL	114

GAMBAR

HALAMAN

5-7	INTERWORKING JARINGAN ANALOG DAN JARINGAN DIGITAL	116
5-8	KANAL SUARA DAN DATA PADA MD-110 ERICSSON	118
5-9	PESAWAT TELEPON DIGITAL DILENGKAPI DENGAN DATA COMMUNICATION EQUIPMENT (DCE)	119
5-10	KONSEP DASAR JARINGAN SUARA DAN DATA TERPADU DENGAN MENGGUNAKAN DIGITAL PABX MD-110 ERICSSON	120
5-11	UJI-COBA IMPLEMENTASI MODEL ISDN PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN	122
5-12	IMPLEMENTASI KONSEP ISDN PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN	125



D A F T A R T A B E L

TABEL	HALAMAN
2-1 KARAKTERISTIK SISTEM PCM-30 DAN PCM 24	18
4-1 VHF & UHF/FM RADIO MULTIKANAL YANG DI- GUNAKAN PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN	76
4-2 UHF/PCM-PSK RADIO MULTIKANAL YANG DI - GUNAKAN PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN	80
4-3 JENIS DAN JUMLAH SARANA YANG DIGUNAKAN DAN YANG DIKELOLA LANGSUNG OLEH PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN	86
5-1 PERENCANAAN SISTEM SWITCHING IDN TE - LEPONI PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN ..	98
5-2 PERENCANAAN SISTEM PENOMORAN IDN TELE- PONI PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN	105

1.1 LATAR BELAKANG

Pertamina sebagai satu-satunya Badan Usaha Milik Negara yang oleh Pemerintah diserahi pengusahaan Industri Minyak dan Gas Bumi, selalu berupaya melaksanakan pembangunan disektor minyak dan gas bumi dalam peranannya mendukung pembangunan Nasional.

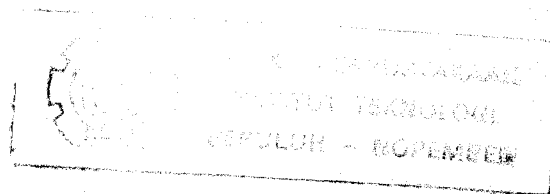
Kegiatan Industri minyak dan gas bumi ini, secara menyeluruh dan terintegrasi adalah meliputi pencarian sumber/cadangan minyak dan gas bumi, pengambilan dan pengangkutannya, pengilangan dan distribusi serta pengangkutan untuk pemakaian dalam negeri maupun sebagai komoditi export untuk memenuhi kebutuhan devisa.

Dalam melaksanakan semua kegiatan tersebut diatas, sarana telekomunikasi adalah merupakan salah satu unsur yang sangat penting. Dengan tersedianya sarana telekomunikasi yang mampu memberikan pelayanan pertukaran informasi (suara dan non-suara) dengan cepat dan tepat serta dengan kualitas yang cukup, akan sangat membantu para pimpinan dan pelaksana dalam menentukan pengambilan keputusan maupun langkah-langkah operasional lainnya.

Mengingat sifat operasi perminyakan yang sangat vital ditinjau dari strategi pemerintah serta lingkup kegiatannya yang tersebar secara geografis di seluruh wilayah Indonesia, dituntut suatu sistem telekomunikasi yang terintegrasi dalam menunjang operasi perminyakan diseluruh kawasan kegiatan baik didaratan maupun dilepas pantai yang memungkinkan terkoordinasinya penyelenggaraan management ditingkat pusat maupun wilayah.

Sistem telekomunikasi yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan pengembangan operasi perminyakan yang berciri khusus, karena umumnya kegiatannya justru berada didaerah-daerah terpencil yang belum terjangkau oleh jaringan telekomunikasi PERUMTEL. Adapun daerah cakupannya selain wilayah kerja intern Pertamina, juga anak-anak Perusahaan (Elnusa, Pelita Air Service, Patra Jasa dan lain-lain) dan Kontraktor Production Sharing (KPS) seperti : ARCO, MOBIL-OIL, LIAPCO dan lain lain, serta perusahaan-perusahaan joint venture antara Pertamina dan KPS (PT. ARUN LNG, PT. BADAQ LNG BONTANG dan lain-lain).

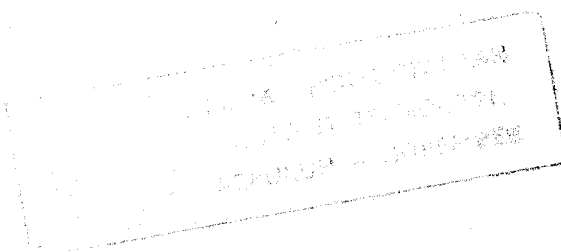
Demikian pula halnya Pertamina Daerah Kalimantan sebagai salah satu unit operasi Pertamina yang memiliki wilayah kerja di berbagai pelosok Kalimantan, haruslah ditunjang dengan suatu jaringan telekomunikasi yang terintegrasi, baik sistem maupun jenis pelayanan untuk dapat melayani pertukaran informasi (suara dan non-suara) antara



pusat wilayah kerja Pertamina Daerah Kalimantan (Balikpapan) dengan lokasi-lokasi operasi seperti disebutkan diatas maupun dengan Kantor Pusat Pertamina di Jakarta.

Jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan merupakan yang terbesar diantara jaringan telekomunikasi Pertamina yang ada, dengan jenis pelayanan jasa berupa : suara, telex, data dan facsimile yang cenderung meningkat pemakaiannya sesuai dengan meningkatnya kegiatan operasi perminyakan di daerah ini. Keberadaan jenis pelayanan non-suara tersebut dalam jaringan teleponi yang ada merupakan sisipan (ditumpangkan). Sistem telekomunikasi yang ada, secara bertahap akan diganti dengan teknologi digital yang pada saatnya nanti akan membentuk suatu jaringan digital terpadu (Integrated Digital Network, IDN) sesuai dengan perencanaan jangka panjang jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan, yang diselaraskan dengan Repelita Perumtel agar tidak timbul kesan tumpang tindih.

Untuk dapat menghadapi tantangan dimasa depan yang antara lain kecenderungan peningkatan traffic maupun jenis pelayanan sesuai dengan tuntutan operasi, dan juga dengan memperhatikan perkembangan telekomunikasi dimasa mendatang perlu dipersiapkan suatu studi tentang implementasi konsep jaringan digital untuk pelayanan terpadu atau yang lebih dikenal dengan Integrated Services Digital Network (ISDN), pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan.



Keterpaduan ini akan dapat memberikan berbagai keuntungan baik operasi maupun pemeliharaan serta administrasi.

1.2 PERMASALAHAN DAN BATASAN

Integrated Services Digital Network (ISDN) merupakan pengembangan dari Integrated Digital Network (IDN). Dengan mempelajari konsep dasar (standard-standard) ISDN sesuai Rekomendasi CCITT dan makalah-makalah tentang ISDN, dalam tugas akhir ini akan dibahas implementasi konsep ISDN (khusus untuk narrow band) pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan. Pembahasan dan analisa yang dilakukan dibatasi pada konsep dasar jaringan digital terpadu (IDN), konsep dasar jaringan digital untuk pelayanan terpadu (ISDN), jaringan telekomunikasi yang digunakan Pertamina Daerah Kalimantan secara umum serta implementasi konsep ISDN pada jaringan tersebut diatas.

1.3 METODOLOGI

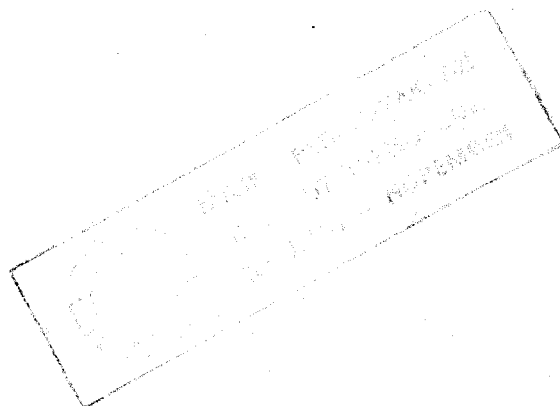
Metoda penyusunan buku ini sebahagian dilakukan dengan membahas maupun menyunting dari literatur/makalah tentang telekomunikasi dan rekomendasi CCITT tentang ISDN. Sedangkan sebahagian lagi merupakan hasil pengumpulan data dari jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan.

1.4 SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Sistematika pembahasan pada buku ini adalah sebagai berikut : Dalam Bab I, yang merupakan bab pendahuluan, dikemukakan dasar pemikiran yang melandasi penyusunan buku ini. Jaringan Digital Terpadu yang merupakan dasar menuju ISDN dibahas pada Bab II, sedangkan konsep ISDN dibahas pada Bab III. Pada Bab IV, dijelaskan secara umum jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan yang ada saat ini, selanjutnya implementasi konsep ISDN pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan di bahas pada Bab V. Sebagai kesimpulan dari uraian bab-bab sebelumnya di kemukakan pada Bab VI.

1.5 RELEVANSI.

Diharapkan hasil studi tentang ISDN ini nantinya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan atau masukan dalam rencana pengembangan jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan.



JARINGAN DIGITAL TERPADU DASAR MENUJU ISDN**2.1 U M U M**

Rekomendasi CCITT Rec. G.705 (1980) menyebutkan bahwa ISDN dikembangkan dari jaringan digital terpadu (IDN) teleponi. Berarti langkah pertama untuk menuju ISDN adalah melalui proses digitalisasi yang selanjutnya akan menghasilkan suatu Jaringan Digital Terpadu (IDN). Proses ini mencakup dua elemen pada jaringan telekomunikasi yaitu sistem switching (sentral telepon) dan sistem transmisi. Dengan demikian semua pelayanan dalam IDN menggunakan teknik digital. Kemampuan sinyal digital membawa sinyal suara dan sinyal bukan suara secara bersama-sama dengan keandalan yang cukup merupakan syarat utama penerapan ISDN melalui pengembangan IDN.

Pada bab ini akan dibahas konsep dasar tentang sistem komunikasi kode pulsa (Pulse Code Modulation, PCM) yang digunakan didalam jaringan digital terpadu. Juga dibahas sistem transmisi digital, sistem switching digital dan sistem pensinyalan antar sentral digital serta sistem sinkronisasi menuju pembentukan jaringan digital terpadu (IDN).

2.2 SISTEM KOMUNIKASI KODE PULSA

Prinsip dasar sistem modulasi kode pulsa (Pulse Code Modulation, PCM) adalah merupakan penerapan teorema Sampling, yang menyatakan bahwa kecepatan sampling sedikitnya harus lebih besar dari dua kali frekwensi tertinggi sinyal informasi yang akan disampling.

$$F_s > 2 f_x \quad (2.1)$$

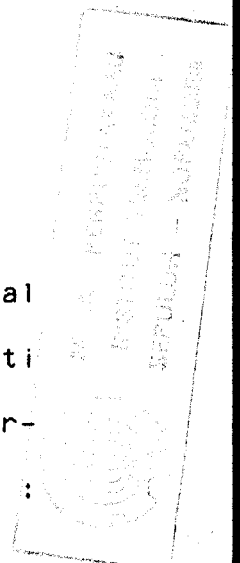
Sampling ini dilakukan pada proses pembangkitan sinyal PCM yaitu melalui proses konversi sinyal analog ke sinyal digital. Kemudian untuk memperoleh kembali sinyal analog tadi dilakukan proses kebalikan yaitu proses konversi sinyal digital ke sinyal analog. Kedua proses tersebut akan dijelaskan pada bagian berikut ini.

2.2.1 KONVERSI SINYAL ANALOG KE SINYAL DIGITAL

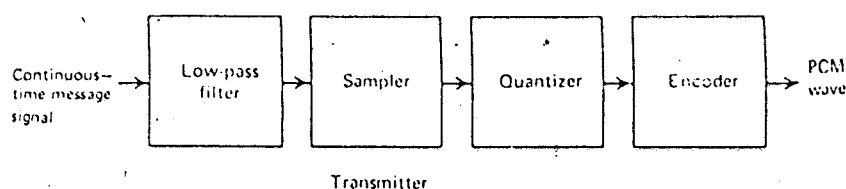
Pada dasarnya konversi sinyal analog ke sinyal digital, merupakan beberapa tahapan proses yang meliputi proses filtering, sampling, quantizing dan encoding seperti pada gambar 2-1 yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Filtering

Sinyal informasi $x(t)$ yang merupakan sinyal analog



dilewatkan pada low pass filter dengan tujuan untuk menghilangkan/menekan frekwensi-frekwensi diatas frekwensi sinyal yang akan diproses.



GAMBAR 2-1 ¹⁾

DIAGRAM BLOK PEMBANGKITAN SINYAL PCM

b. Sampling

Sinyal informasi (300 - 3400 Hz) yang telah melalui proses filtering seperti dijelaskan diatas, kemudian disampling dengan kecepatan sampling 8 KHz (sesuai rekomendasi CCITT). Dengan demikian interval waktu (T_s) dari dua sample yang berurutan dari suatu sinyal telepon yang sama adalah :

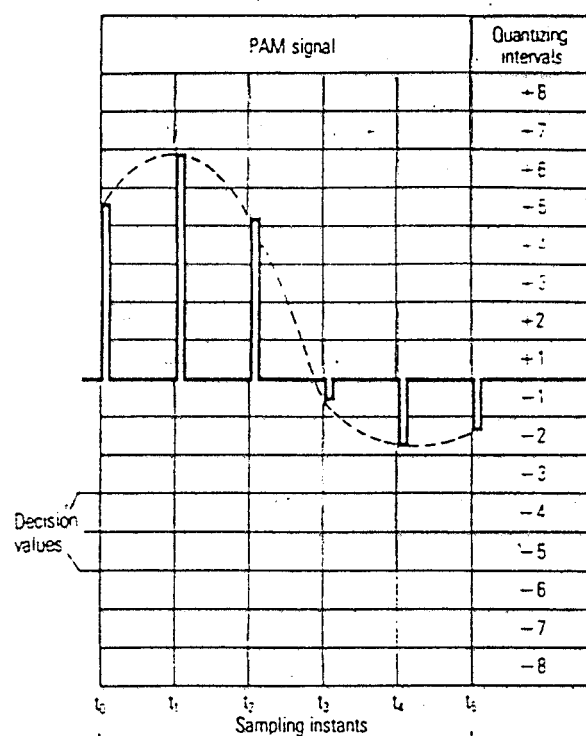
$$T_s = 1/f_s = 1/8000 = 125 \text{ } \mu\text{s}$$

Sinyal yang dihasilkan dari proses sampling ini adalah merupakan sinyal Pulse Amplitude Modulation (PAM).

¹⁾ Simon Haykin, Communication System, 2nd edition, John Wiley & Son, 1983, p.409

c. Quantizing

Proses berikutnya adalah kuantisasi, yang bertujuan untuk menyatakan harga sampel-sampel sinyal analog (sinyal PAM) yang mempunyai harga tak terhingga banyaknya mulai dari level terendah sampai tertinggi, menjadi sejumlah harga yang terbatas. Pada proses kuantisasi seluruh daerah harga amplitudo yang mungkin, dibagi dalam interval-interval kuantisasi. Gambar 2-2 menunjukkan secara sederhana 16 interval kuantisasi yang berjarak sama (uniform). Harga pembacaan suatu sampel dalam interval

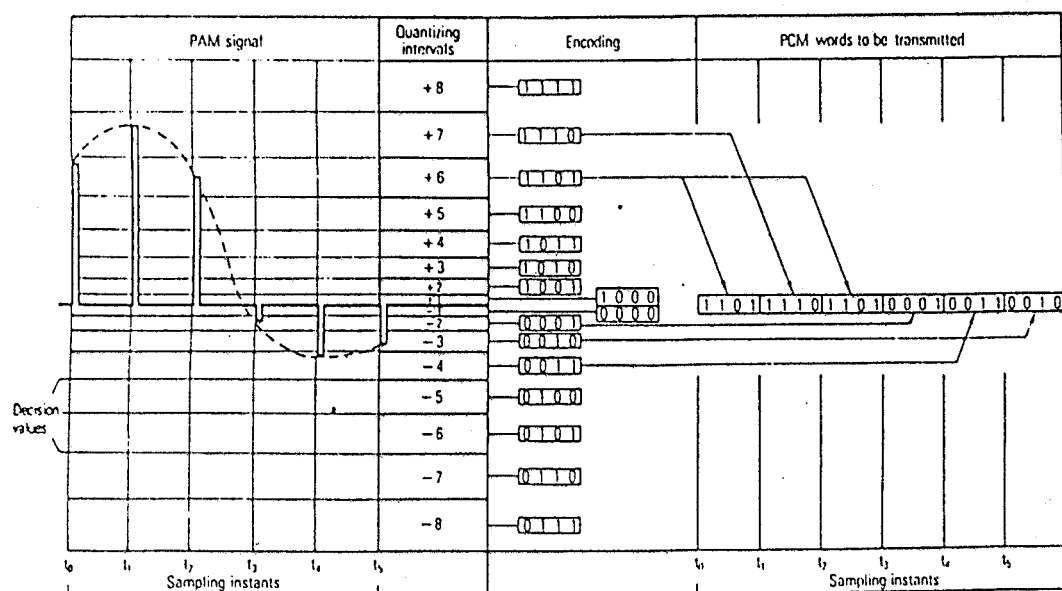


GAMBAR 2-2 ²⁾

KUANTISASI UNIFORM SUATU SAMPEL SINYAL PAM

²⁾ Siemens, Topic : Digital Telephony (1984), p.7

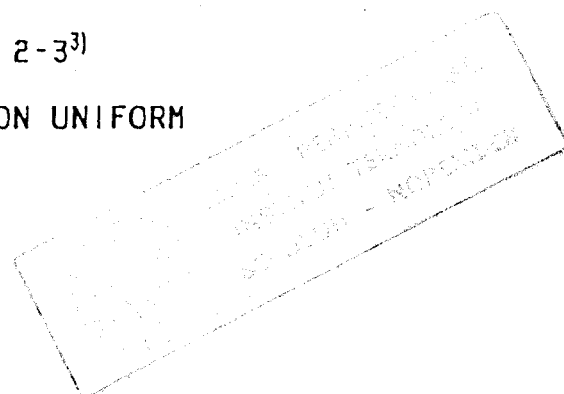
Kuantisasi ditentukan oleh letak amplitudo sampel tersebut pada suatu interval kuantisasi yang terdekat. Oleh karena itu selalu timbul perbedaan dari harga amplitudo yang sebenarnya dari sampel dengan harga amplitudo setelah proses kuantisasi yang disebut dengan distorsi kuantisasi yang harganya berbanding terbalik dengan banyaknya tahap kuantisasi dari amplitudo sinyal analog. Jadi semakin sedikit interval kuantisasi dan semakin lemah sinyal maka distorsi kuantisasi akan semakin besar. Untuk memperkecil distorsi kuantisasi terutama pada sinyal-sinyal yang lemah dilakukan non uniform quantizing seperti pada gambar 2-3,



GAMBAR 2-3³⁾

KUANTISASI NON UNIFORM

3) Ibid. p.8



dimana pada bagian sinyal dengan amplitudo yang besar dilakukan kompresi sebelum dikuantisasi dan kemudian diekspansi lagi pada proses konversi sinyal digital ke sinyal analog. Cara ini akan memberikan lebih banyak interval kuantisasi pada sinyal-sinyal yang lemah dan mengurangi tahap kuantisasi pada sinyal yang kuat. Dalam praktek terdapat dua metoda yang digunakan yaitu hukum-A (A-Law) dengan karakteristik 13 segmen yang digunakan pada sistem transmisi PCM-30 (Eropah) dan hukum-u (u-Law) dengan karakteristik 15 segmen digunakan pada sistem transmisi PCM-24 (Amerika Utara). Gambar 2-4 merupakan karakteristik 13 segmen dari hukum-A.

d. Coding

Setelah diperoleh harga-harga tertentu dari tahap kuantisasi, maka harga tersebut dinyatakan dalam kode biner '1' dan '0' untuk memperoleh sinyal PCM seperti ditunjukkan pada gambar 2-3. Pada sistem transmisi PCM-30 dan PCM-24 tiap sampel sinyal yang telah dikuantisasi tadi dirubah kedalam 8 digit kode biner yang disebut PCM word. Dengan kode 8 digit ini maka jumlah interval kuantisasi sebanyak $2^8 = 256$, dan terbagi atas 128 interval kuantisasi positif dan 128 interval kuantisasi negatif seperti ditunjukkan pada gambar 2-4.

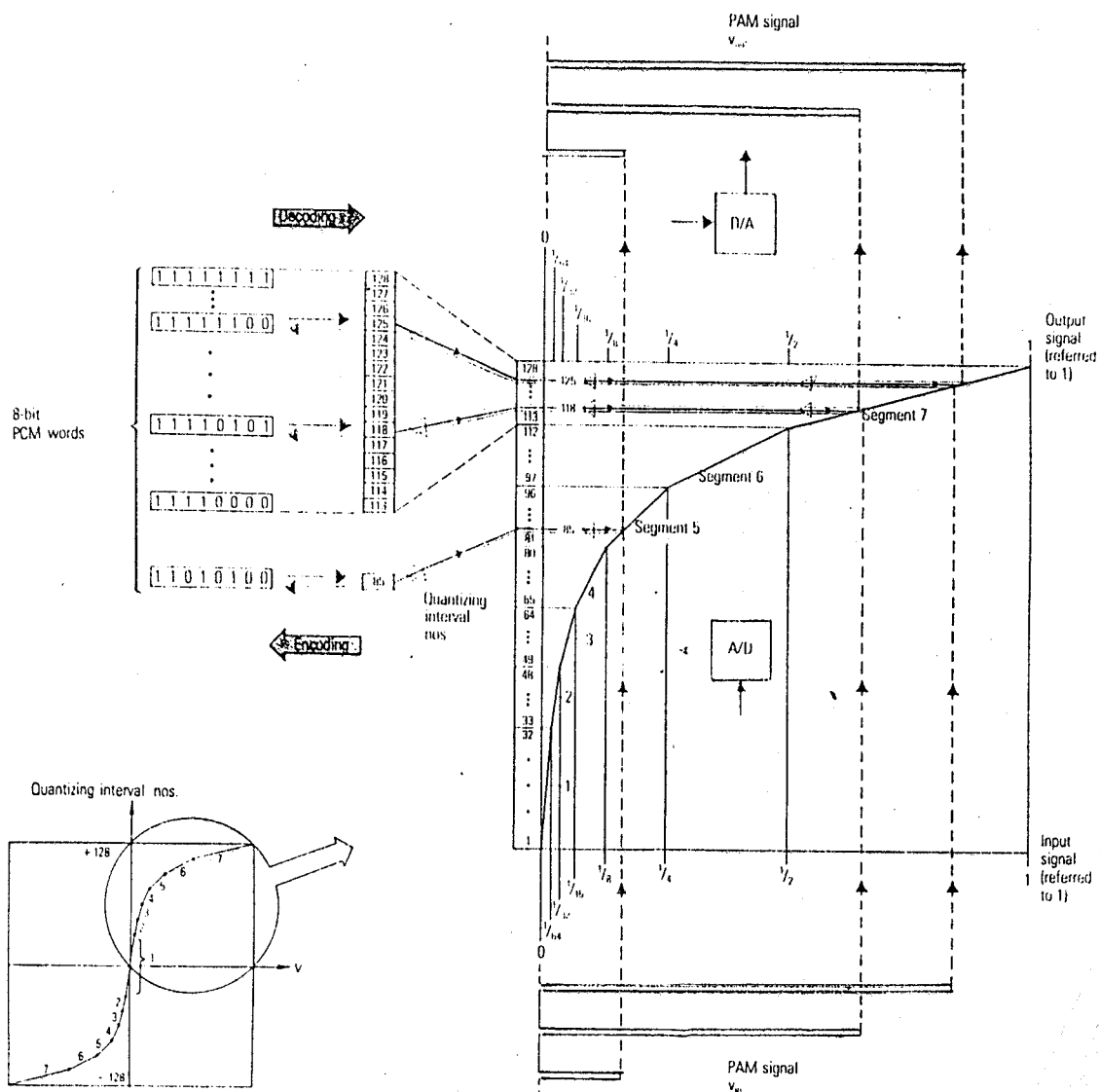


Fig. 11 Complete 13 segment characteristic (A-law)

Fig. 12 Positive section of 13 segment characteristic (A-law) encoding (red), decoding (blue)

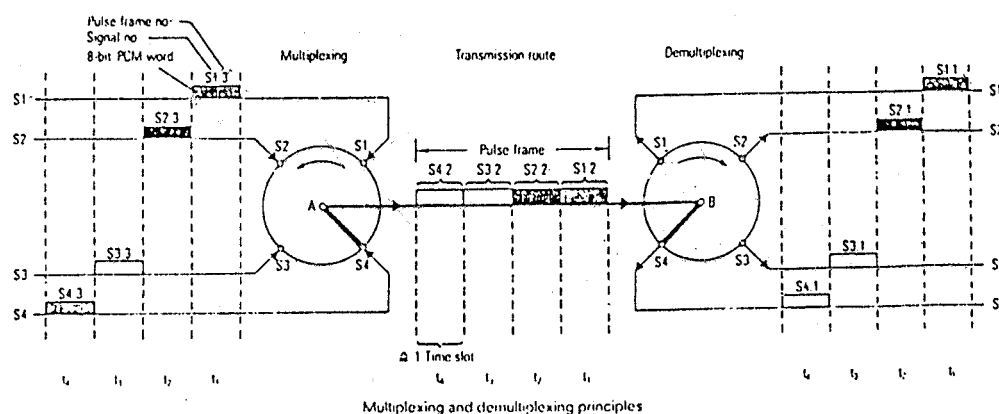
GAMBAR 2-4⁴⁾

BAGIAN POSITIF DARI KARAKTERISTIK 13 SEGMENT (HUKUM-A)

⁴⁾ Ibid. p.9

2.2.2 MULTIPLEXING DAN DEMULTIPLEXING

Beberapa PCM word yang berasal dari beberapa sinyal telepon dapat dikirimkan secara berurutan (multiplexing) pada suatu saluran tunggal berdasarkan pembagian waktu, dan pada bagian penerima PCM Word-PCM Word tersebut diperoleh kembali melalui proses kebalikan (demultiplexing). Teknik ini disebut Time Division Multiplexing (TDM) dan sinyal yang dihasilkan dari proses ini disebut sinyal PCM-TDM. Gambar 2-5 menunjukkan prinsip dasar dari proses multiplexing dan demultiplexing untuk 4 sinyal masukan berupa PCM Word yang dapat dijelaskan sebagai berikut :



GAMBAR 2-5⁵⁾

PRINSIP DASAR MULTIPLEXING DAN DEMULTIPLEXING

a. Multiplexing

Proses multiplexing yang secara prinsip dasar

⁵⁾ Ibid. p.10

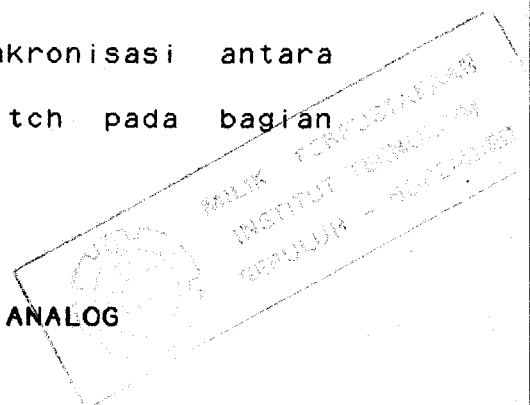
digambarkan berupa switch berputar dilakukan dan dikontrol secara full electronic. Deretan PCM Word yang berasal dari beberapa sinyal masukkan disebut pulse frame, sedangkan interval waktu antara PCM Word yang satu dengan PCM Word yang berikutnya disebut time slot. Pada sistem transmisi PCM-30, setiap pulse frame mengandung 32 PCM Word.

b. Demultiplexing

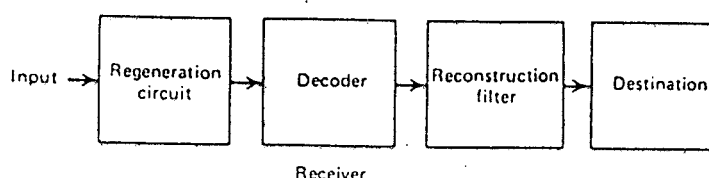
Pada bagian penerima masing-masing PCM Word tadi dapat diperoleh kembali dari sinyal PCM-TDM melalui proses demultiplexing. Dengan demikian PCM Word-PCM Word yang telah diperoleh, didistribusikan ke jalur keluaran yang bersesuaian. Seperti halnya pada proses multiplexing, maka pada proses demultiplexing ini (juga digambarkan berupa switch yang berputar) dilakukan dan di kontrol secara full elektronik. Agar sinyal PCM Word yang diterima sesuai dengan yang dikirim, maka diperlukan sinkronisasi antara switch pada bagian pengirim dengan switch pada bagian penerima.

2.2.3 KONVERSI SINYAL DIGITAL KE SINYAL ANALOG

Untuk memperoleh kembali sinyal informasi (analog) dari sinyal PCM diatas, diperlukan suatu proses konversi sinyal digital ke sinyal analog, yang merupakan kebalikan dari proses pembangkitan sinyal PCM. Gambar 2-6 menunjuk-



kan prinsip dasar proses konversi sinyal digital ke sinyal analog. Pada prinsipnya proses ini terdiri dari beberapa tahapan proses yaitu regeneration, decoding dan reconstruction yang dapat dijelaskan sebagai berikut :



The basic elements of a PCM system.

GAMBAR 2-6 ⁶⁾

PRINSIP DASAR KONVERSI DIGITAL KE ANALOG

a. Regeneration

Sebelum sinyal digital yang diterima dikonversi kembali ke bentuk sinyal analog, sinyal tersebut akan dilewatkan pada regeneration circuit. Tujuannya adalah untuk membangkitkan kembali sinyal PCM yang sudah lemah serta sekaligus menghilangkan berbagai distorsi yang disebabkan oleh pengaruh interferensi dari luar serta akibat karakteristik saluran.

b. Decoding

Pada tahap ini dilakukan pembacaan kode tiap sinyal

⁶⁾ Simon Haykin, log.cit.

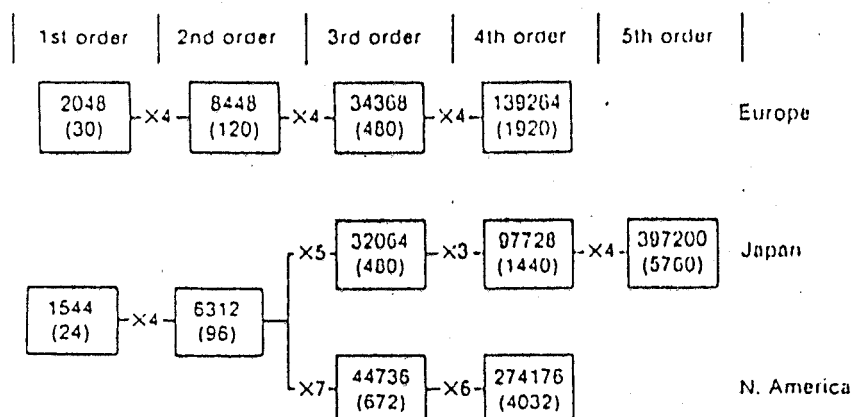
PCM Word. Kemudian dialokasikan amplitudo sinyal yang bersesuaian untuk setiap kode sinyal PCM word tadi. Besar amplitudo sinyal yang dihasilkan sama dengan amplitudo sinyal PAM terkuantisasi pada bagian pengirim seperti pada gambar 2-4 diatas. Setelah melalui proses ekspansi yaitu kebalikan dari proses kompresi, sinyal diteruskan pada low pass filter.

c. Reconstruction

Untuk pembentukan sinyal informasi asli dari sinyal PAM, dilakukan dengan melewati sinyal PAM tersebut pada suatu low pass filter (reconstruction filter), Sehingga diperoleh kembali sinyal informasi analog sesuai dengan sinyal yang dikirim.

2.3 SISTEM TRANSMISI DIGITAL

Pada sistem transmisi digital, sinyal-sinyal telepon analog dikonversi ke sinyal digital dengan menggunakan sistem modulasi kode pulsa seperti yang telah dijelaskan diatas. Sistem transmisi PCM-30 dan PCM-24, merupakan sistem dasar yang digunakan untuk konversi tersebut. Sistem transmisi digital untuk tingkat yang lebih tinggi dapat dibentuk dengan menggabungkan beberapa sistem dasar tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2-7.



Notes: 1. The top figures in each box indicate bit rates in kb/s
 2. The figures in parentheses indicate capacity in number of 64 kb/s time slots.
 3. The figures xN indicate the number of multiplexed digital channels.

GAMBAR 2-7 ⁷⁾

MULTIPLEX HIERARCHI SESUAI DENGAN REKOMDASI CCITT

Karakteristik sistem transmisi PCM-30 dan PCM-24 terlihat pada Tabel 2-1 dibawah ini, dan struktur frame pulsa untuk kedua sistem tersebut ditunjukkan pada gambar 2-8 (sistem PCM-30) dan gambar 2-9 (sistem PCM-24).

Sistem transmisi digital memerlukan sinkronisasi clock antara bagian pengirim dan bagian penerima, kode sinyal pada saluran (line coding), serta regenerative dan Line Terminating Unit (LTU) yang akan dijelaskan pada bagian berikut ini.

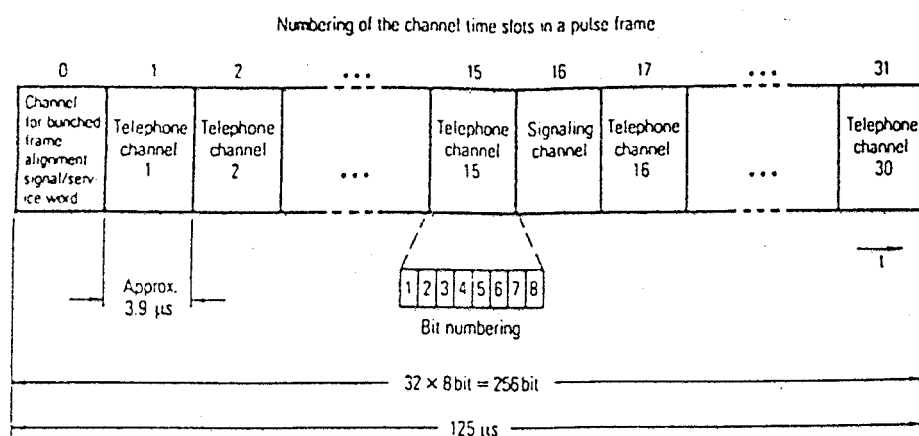
⁷⁾ David R. Smith, Digital Transmission Systems, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1985, p.172.

TABEL 2-1 ⁸⁾

KARAKTERISTIK SISTEM PCM-30 DAN PCM-24

● Common characteristics		PCM30 and PCM24	
a	Sampling frequency	8 kHz	
b	No. of samples per telephone signal	8000/s	
c	Pulse frame period	$\frac{1}{b} = \frac{1}{8000/s} = 125 \mu s$	
d	No. of bits in PCM word	8 bit	
e	Bit rate of telephone channel	$b \cdot d = 8000/s \cdot 8 \text{ bit} = 64 \text{ kbit/s}$	
● System-specific characteristics		PCM30	PCM24
f	Encoding/decoding	A-law	μ -law
	No. of segments in characteristic	13	15
g	No. of channel time slots per pulse frame	32	24
h	No. of bits per pulse frame (* = additional bit)	$d \cdot g = 8 \text{ bit} \cdot 32 = 256 \text{ bit}$	$d \cdot g + 1^* = 8 \text{ bit} \cdot 24 + 1^* = 193 \text{ bit}$
i	Period of an 8-bit channel time slot	$\frac{c \cdot d}{h} = \frac{125 \mu s \cdot 8}{256} = \text{ca. } 3.9 \mu s$	$\frac{c \cdot d}{h} = \frac{125 \mu s \cdot 8}{193} = \text{ca. } 5.2 \mu s$
k	Bit rate of time-division multiplex signal	$b \cdot h = 8000/s \cdot 256 \text{ bit} = 2048 \text{ kbit/s}$	$b \cdot h = 8000/s \cdot 193 \text{ bit} = 1544 \text{ kbit/s}$

Characteristics of the PCM30 and PCM24 transmission systems

GAMBAR 2-8 ⁹⁾

STRUKTUR FRAME SISTEM TRANSMISI PCM-30

8) 9) Siemens, op. cit. p.13,14

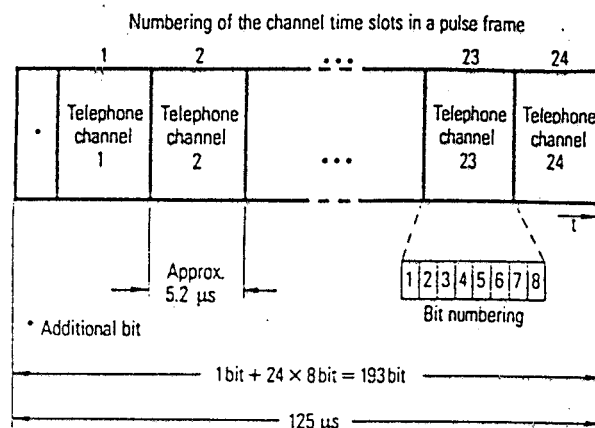


Fig. 19 Pulse frame structure in a PCM24 transmission system

GAMBAR 2-9 ¹⁰

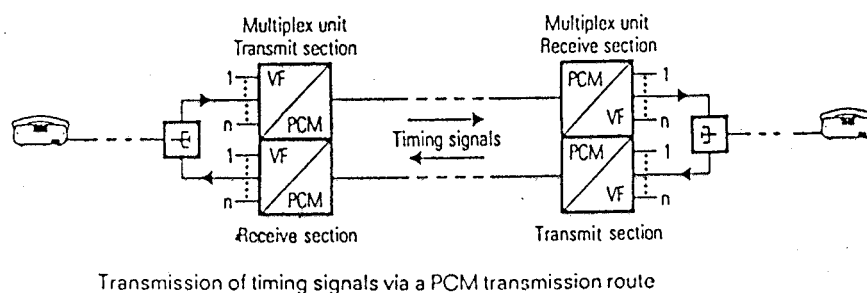
STRUKTUR FRAME SISTEM TRANSMISI PCM-24

2.3.1 SINKRONISASI ANTARA PENGIRIM DAN PENERIMA

Kedua ujung suatu sistem transmisi digital terhubung pada unit multiplex digital, masing-masing terdiri dari bagian kirim dan bagian terima seperti gambar 2-10. Pada bagian kirim sinyal-sinyal telepon analog dikonversi ke bentuk PCM Word-PCM Word untuk selanjutnya dikirimkan. Sedangkan pada bagian penerima PCM Word-PCM Word tadi dikonversi kembali ke sinyal-sinyal telepon analog. Pada kedua arah pembicaraan, masing-masing bagian penerima harus mendapatkan kembali sinyal analog dengan menggunakan timing signal yang sama seperti timing signal pada bagian

¹⁰⁾ Ibid. p.15

pengirim. Dengan demikian informasi yang diterima dari bagian pengirim tidak hanya berisi sinyal-sinyal PCM saja, akan tetapi juga timing signal yang digunakan untuk membentuk sinyal PCM tersebut. Oleh karena itu bagian pengirim dilengkapi dengan timing signal generator dan pada bagian penerima dilengkapi dengan timing signal detector yang akan memperoleh timing signal dari PCM Word yang diterima. Dengan demikian proses pada bagian penerima disinkronkan dengan proses pada bagian pengirim sehingga informasi yang diterima sesuai dengan informasi yang dikirimkan.



GAMBAR 2-10 ¹¹⁾

PENGIRIMAN TIMING SIGNAL UNTUK SINKRONISASI

2.3.2 KODE SINYAL PADA SALURAN (LINE CODING)

Sinyal PCM yang dibangkitkan pada bagian pengirim merupakan deretan PCM Word (8 bit) dalam bentuk kode biner

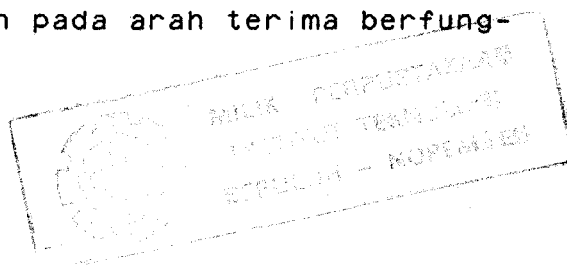
¹¹⁾ Ibid. p.12.

non return to zero (NRZ). Sinyal digital ini akan mengalami cacat/distorsi bila dikirimkan secara langsung melalui saluran transmisi disebabkan komponen DC yang dimiliki. Untuk mengatasinya, maka pada bagian pengirim sinyal unipolar tersebut dirobah menjadi sinyal pseudoternary yang tidak memiliki komponen DC dan mengandung deretan bit "0" yang panjang. Salah satu kode sinyal saluran yang sering digunakan adalah kode HDB-3 dengan deretan bit "0" dibatasi hanya berjumlah tiga saja.

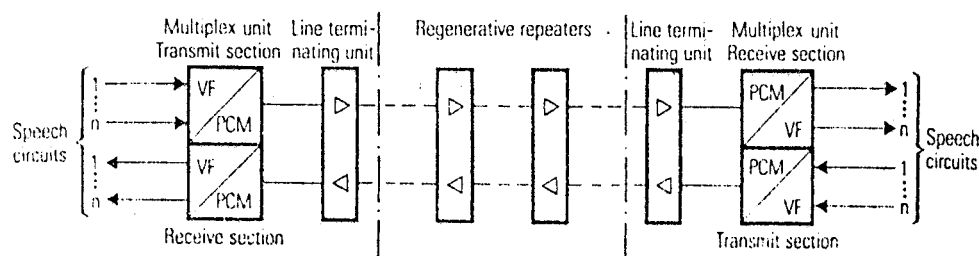
2.3.3 REGENERATIVE REPEATER DAN LINE TERMINATING UNIT

Regenerative repeater merupakan peralatan saluran pada sistem transmisi PCM yang dipasang pada setiap jarak tertentu (2 - 5 km). Fungsinya sama dengan regeneration circuit yaitu untuk membangkitkan kembali sinyal PCM yang sudah lemah pada kedua arah transmisi serta sekaligus menghilangkan berbagai distorsi yang disebabkan oleh pengaruh interferensi dari luar serta akibat parameter-parameter transmisi dari saluran (karakteristik saluran).

Pada gambar 2-11 ditunjukkan pemasangan regeneratif repeater pada saluran transmisi PCM. Line terminating unit ditempatkan pada kedua ujung saluran transmisi dengan fungsi : Pada arah kirim akan merupakan sumber arus bagi regenerative repeater. Sedangkan pada arah terima berfungsi



si untuk membangkitkan kembali sinyal PCM dan meneruskannya ke bagian penerima dari unit multiplex digital.



GAMBAR 2-11 ¹²⁾

REGENERATIVE REPEATER DAN LTU PADA SISTEM TRANSMISI PCM

Sistem transmisi yang diuraikan diatas berfungsi sebagai penghubung trunk antar sentral telepon digital. Sistem switching (sentral telepon) digital akan dibahas pada bagian berikut ini.

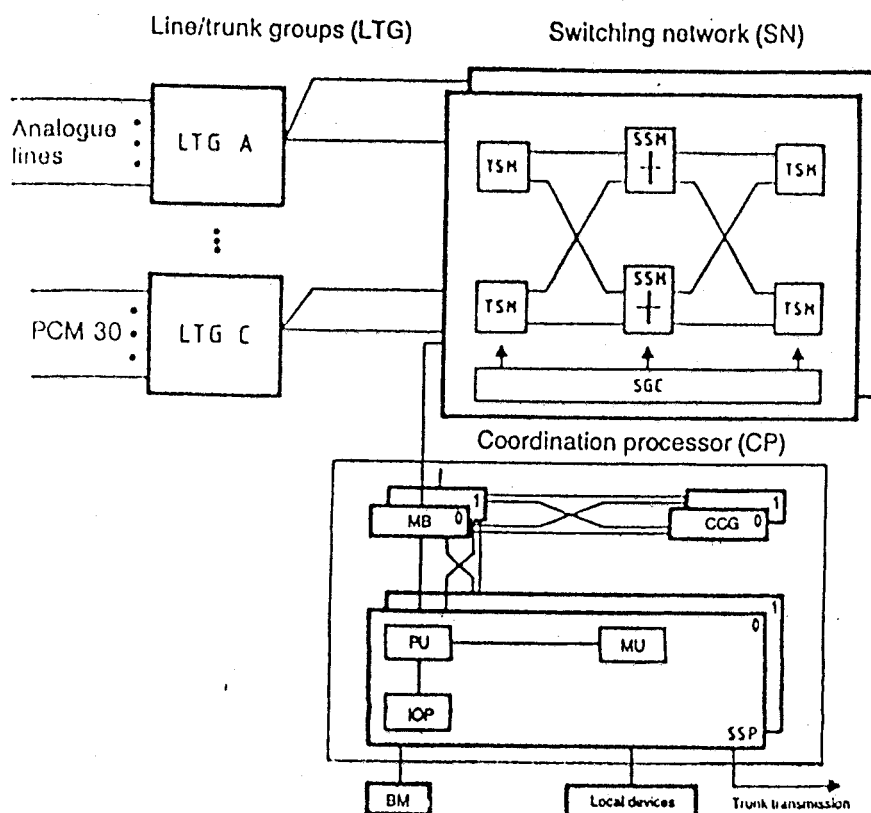
2.4 SISTEM SWITCHING DIGITAL

Switching digital merupakan bagian penting dari suatu jaringan digital. Secara garis besar switching digital dapat dibagi dalam tiga bagian utama seperti ditunjukkan pada gambar 2-12 yaitu :

- Line Terminal (LTG), berfungsi sebagai interface antara saluran pelanggan dengan jaringan switching digital.

¹²⁾ Ibid. p.12.

- Jaringan Switching Digital (SN), berfungsi melaksanakan penyambungan secara digital antara saluran pelanggan, yaitu dengan menggunakan time-switch, space switch dan kombinasi keduanya.
- Pengendali utama sentral (CP), berfungsi mengendalikan seluruh proses hubungan melalui komputer pengendali sentral yang bekerja berdasarkan Stored Program Control (SPC).



GAMBAR 2-12 ⁽³⁾

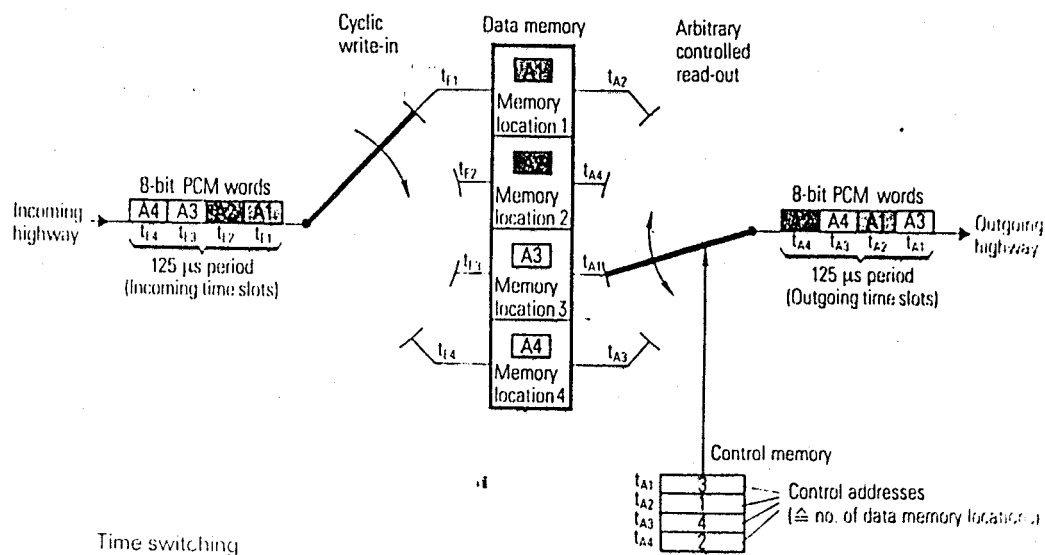
SISTEM SWITCHING DIGITAL

⁽³⁾ Klaus Hoffmann, Digital Switching in the Telephone Network of the Deutsche Bundespost (DBP) - The Presentation Procedure, Munich, 1984, p.33

Time switch, space switch dan kombinasi keduanya yang digunakan untuk proses penyambungan pada SN akan dijelaskan pada bagian berikut ini.

2.4.1 TIME SWITCH

Pada time-switch, deretan PCM word yang masing-masing menempati time-slot tertentu pada jalur masuk akan disambungkan sedemikian rupa, sehingga pada jalur keluar masing-masing PCM word tadi akan menempati time-slot yang berbeda akan tetapi pada jalur yang sama. Gambar 2-13 menunjukkan prinsip dasar dari suatu time-switch. PCM word yang datang, dimasukkan (write in) oleh saklar putar



GAMBAR 2-13 ⁽¹⁾

DIAGRAM BLOK DASAR TIME SWITCH

⁽¹⁾ Siemens, op. cit. p.20

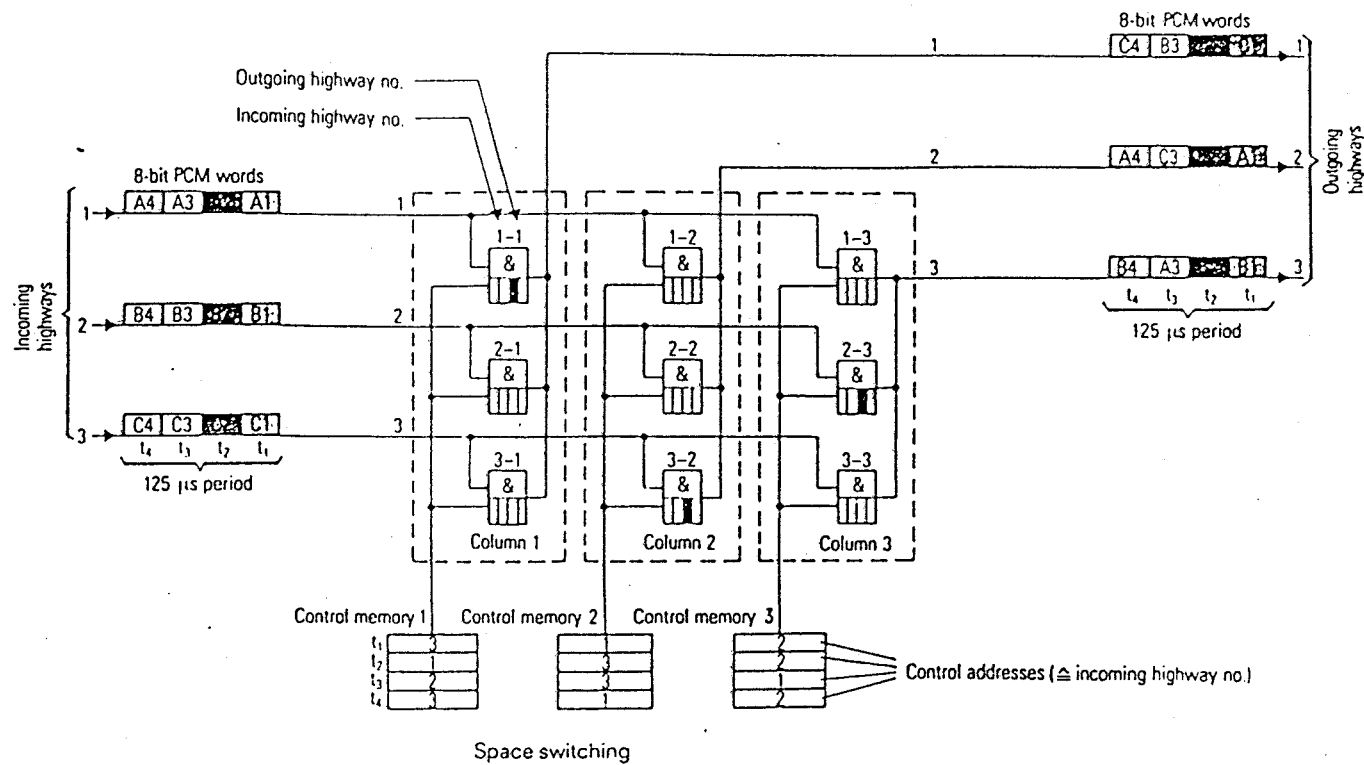
(cyclic write in) ke dalam memori data secara berurutan. Oleh saklar putar yang ada pada sisi keluaran (arbitrary controlled read out), PCM word yang berada dalam memori data tadi akan diambil (read out) dengan urutan yang berbeda sesuai dengan permintaan sambungan yang terdapat pada memori kontrol. Dengan demikian terdapat perubahan selang waktu antara saluran masuk dan keluar. Memori data juga berfungsi sebagai elastic store yang akan mengatur perbedaan waktu dari sinyal-sinyal yang masuk dan keluar.

2.4.2 SPACE SWITCH

Pada space switch dapat disambungkan beberapa PCM word dari jalur masuk menuju jalur keluar (tetap atau beda) tanpa merubah time-slot. Atau dengan kata lain time slot tiap PCM word tidak mengalami perubahan selama proses penyambungan sehingga tidak terjadi delay, sedangkan yang mengalami perubahan hanyalah posisi ruang dari PCM word tersebut. Proses penyambungan dikendalikan oleh kontrol memori. Gambar 2-14 menunjukkan prinsip dasar suatu space switch.

2.4.3 KOMBINASI TIME SWITCH DAN SPACE SWITCH

Untuk melayani penyambungan dengan jumlah yang



GAMBAR 2-14 ¹⁵⁾

DIAGRAM BLOK DASAR SPACE SWITCH

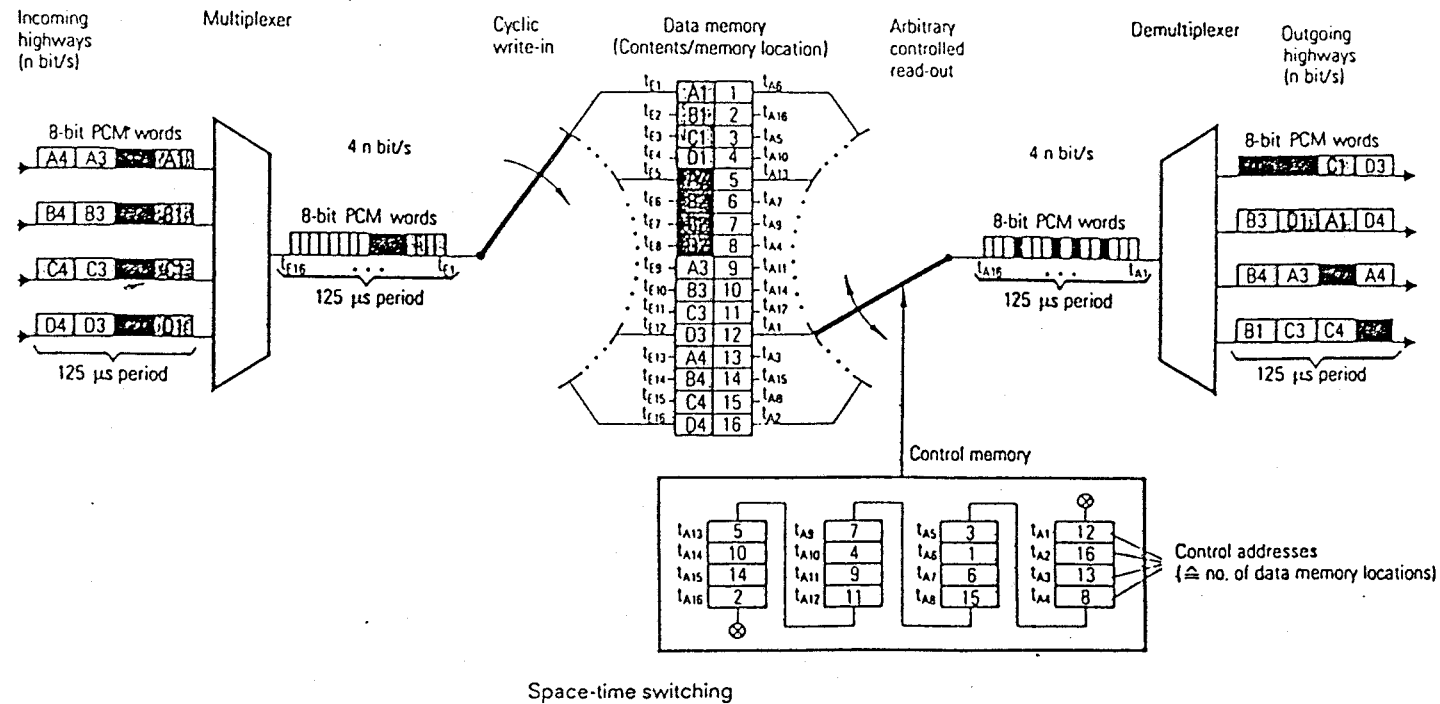
¹⁵⁾ Ibid. p.23

besar digunakan beberapa kombinasi time-switch dan space switch dengan susunan space-time-space (STS) atau time-space-time (TST). Dengan susunan ini diperoleh kemampuan penyambungan yang besar dengan kecepatan yang tinggi. Karena beroperasi pada kecepatan tinggi, maka switch dapat menyambungkan PCM word yang berasal dari suatu time slot pada beberapa jalur masuk, menuju ke time slot lain pada beberapa jalur keluar. Untuk itu PCM word pada jalur masuk dimultiplek, kemudian diteruskan ke memori data. Kecepatan bit antara multiplexer dan memori data harus lebih tinggi dari kecepatan bit pada jalur masuk. Gambar 2-15 merupakan prinsip dasar suatu switch kombinasi. Kecepatan bit antara multiplexer dan memori data 4 kali kecepatan bit jalur masuk menuju multiplexer. Kemudian demultiplexer akan membagikan PCM word - PCM word tersebut pada 4 jalur keluar dengan kecepatan bit seperti pada jalur masuk.

Secara garis besar prinsip kerja switch kombinasi ini sama dengan time switch dan space switch, sehingga memungkinkan beberapa PCM word pada jalur masuk dapat disambungkan ke sembarang time slot, pada sembarang jalur keluar tanpa adanya blocking.

2.4.4 KONTROL MEMORI

Kontrol memori menggunakan "Random Access Memory



GAMBAR 2-15 16)

DIAGRAM BLOK DASAR SPACE-TIME SWITCH

16) Ibid. p.22.

(RAM)" terdapat pada setiap space dan time switch. Kontrol memory berisi satu lokasi memori untuk setiap time slot yang masuk dengan periode 125 μ S. Setiap lokasi memori pada time switch, berisi alamat memori data, sedangkan pada space switch berisi letak jalur PCM word yang masuk. Setiap lokasi dalam kontrol memori dapat ditempati sewaktu-waktu selama periode 125 μ S dan terus disimpan sampai pembacaan data berikutnya. Kontrol adress ditulis pada lokasi tertentu dalam kontrol memori, dan dapat dirubah sesuai dengan data yang akan disambungkan. Apa yang tertulis pada kontrol adress menunjukkan alamat tujuan dari PCM word yang disambungkan dan tetap disimpan dalam kontrol memory selama terjadi hubungan.

2.4.5 POSISI SISTEM SWITCHING DALAM JARINGAN

Ditinjau dari posisi switching dalam suatu jaringan dimana sejumlah route bertemu pada satu titik atau sejumlah pelanggan tersambung kepada suatu sentral maka perbedaan posisi tersebut menentukan hirarkinya dalam suatu jaringan, sehingga tiap switching dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

a. Sentral lokal yang merupakan tempat tersambungannya seluruh subscriber. Variasinya meliputi :

1. Consentrator (yang merupakan bentuk dasar suatu

remote switching center) berfungsi untuk mengkonsentrasikan traffic dari beberapa subscriber kemudian diteruskan ke sentral dengan tujuan penghematan saluran.

2. Remote switching center bentuk yang lebih rumit dari concentrator yang dapat melakukan penyambungan secara terbatas antar subscriber tanpa sentral akan tetapi tetap dikontrol oleh sentral untuk fungsi-fungsi lainnya dan untuk routing.
 3. Sentral transit lokal yaitu sentral lokal yang bertindak sebagai suatu titik penyambungan untuk melakukan interkoneksi dua link dari sentral-sentral lokal lainnya. Juga dapat bertindak sebagai sentral penghubung antara sentral lokal dengan primary centre.
- b. Sentral Utama (main exchanges) berfungsi melakukan penyambungan interlokal maupun international call yang diinginkan oleh subscriber yang ada pada sentral lokal. Sentral utama diklasifikasikan atas primary, secondary tertier dan seterusnya.

Agar beberapa sentral digital dan sistem transmisi digital dalam suatu jaringan dapat berfungsi dengan baik, diperlukan sinkronisasi antar sentral dengan sentral dan antar sentral dengan sistem transmisi digital.

2.5 SINKRONISASI PADA JARINGAN TELEPONI DIGITAL

Transmisi digital, switching digital dan pemrosesan informasi digital semua dikontrol oleh clock tertentu. Pengaturan suatu clock terhadap frekwensi dan fasa clock referensi dinamakan sinkronisasi. Sinkronisasi ini perlu oleh karena clock saluran suatu sistem transmisi dapat berubah disebabkan pengaruh luar maupun akibat waktu tunda (delay). Perbedaan antara clock dari dua sistem dalam suatu jaringan akan menghasilkan slip, berarti terjadi kerusakan arus bit karena ada yang hilang atau terulang.

Ada dua methoda sinkronisasi yang umum digunakan yaitu master/slave clock (synchronous) dan independent clock (plesiochronous). Dengan methoda ini ketelitian antara clock peralatan switching dan transmisi pada jaringan dapat memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh CCITT G.822 (tidak lebih dari 5 slip dalam waktu 24 jam).

2.6 SIGNALLING ANTAR SENTRAL

Sistem signalling yang digunakan antar sentral digital, dalam menangani pembentukan dan pembubaran hubungan adalah Common Channel Signalling (CCS) No.7 yang menduduki time slot 16 pada sistem transmisi PCM-30. Oleh karena sistem signalling CCS No.7 juga digunakkan pada

Jaringan digital untuk pelayanan terpadu (ISDN) maka pembahasannya akan diberikan pada bab berikutnya.

2.7 JARINGAN DIGITAL TERPADU TELEPONI

Dari pembahasan diatas jelaslah bahwa transmisi digital dan switching digital memiliki banyak kesamaan. Penggunaan Common Channel Signalling dapat dipandang sebagai bagian dari switching. Penyederhanaan proses kesuatu tingkat tertentu dapat dilihat dimana bit stream dengan kecepatan transmisi 64 KBPS ditransmisikan, disambungkan dan diproses dengan time division multiplexing (TDM). Untuk menjamin operasi yang diinginkan diberikan sinkronisasi pada jaringan.

Penggabungan sistem transmisi dan sistem switching menunjukkan langkah pertama integrasi kedua sistem secara teknis, yang membentuk jaringan digital terpadu (IDN) teleponi. Langkah kedua dari integrasi diberikan apabila jaringan telepon digital terpadu tersebut digunakan untuk integrasi berbagai pelayanan telekomunikasi (suara dan non suara) dalam satu jaringan yang secara keseluruhan disebut jaringan digital untuk pelayanan terpadu atau Integrated Services Digital network (ISDN) seperti yang akan dijelaskan pada bab berikut ini.

INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK**3.1 REKOMENDASI CCITT TENTANG ISDN**

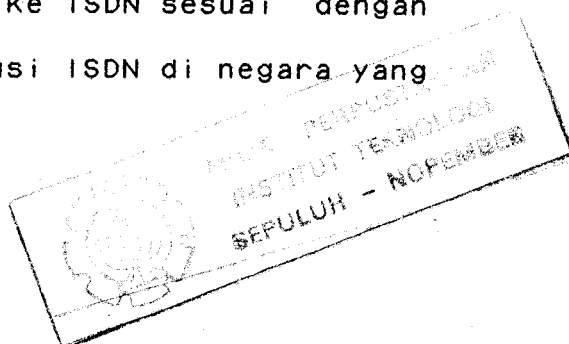
Integrated Service Digital Network (ISDN) pertama kali diperkenalkan oleh CCITT Study Group XVIII pada tahun 1972. Istilah ISDN mengandung arti adanya keterpaduan berbagai jenis pelayanan telekomunikasi yang menggunakan jaringan telekomunikasi digital. Dengan demikian setiap jaringan telekomunikasi digital seperti jaringan telepon digital, jaringan digital untuk data dapat digunakan untuk mencapai ISDN.

Oleh karena jaringan telepon pada umumnya mempunyai daerah liputan yang merata disuatu negara, maka jaringan telepon (digital) mempunyai dasar yang cukup kuat untuk dikembangkan menjadi Jaringan Digital untuk Pelayanan Terpadu (JDPT atau ISDN). Hal ini dipertegas pula pada Rekomendasi CCITT nomor G.705 (1980) yang pada dasarnya menyebutkan beberapa prinsip untuk menuju ISDN yaitu ¹⁷⁾ :

1. JDPT berdasarkan atas dan dikembangkan dari jaringan teleponi IDN dan secara bertahap menampung jenis pelayanan lain baik yang ada maupun yang baru.

¹⁷⁾ Willy Munandir M., Ir., Jaringan Digital Untuk Pelayanan Terpadu (ISDN), PERUMTEL, Bandung, Oktober 1984, hal.11-13.

2. Pelayanan baru yang diintegrasikan harus kompatibel dengan kecepatan data sebesar 64 KBPS, dengan pengertian bahwa kecepatan dibawah 64 KBPS untuk telepon (misalnya 32 atau 16 KBPS) dan Kecepatan diatas 64 KBPS ($n \times 64$ KBPS) untuk wideband service tetap dapat dilayani.
3. Peralihan dari jaringan yang ada sekarang ke JDPT lengkap baru bisa terlaksana setelah satu atau dua dekade.
4. Selama masa transisi, harus dikembangkan aturan-aturan guna memungkinkan interworking antara jenis pelayanan di dalam JDPT dan pelayanan di luar JDPT (internetting arrangement).
5. JDPT harus mempunyai inteligensi yang cukup untuk melayani kebutuhan jenis pelayanan itu sendiri (service features) maupun kebutuhan perusahaan pengelola (maintenance and network management functions). Inteligensi tersebut bisa berada didalam network, atau sebagai tambahan terhadap network, atau juga berada di "terminals" (pesawat pemakai).
6. Protokol berlapis (layered set of protocols) akan diperlukan untuk mengatur akses ke ISDN sesuai dengan jenis pelayanan dan tahapan evolusi ISDN di negara yang bersangkutan.



7. Berkenaan dengan cara penyambungan yang berkembang saat ini, maka JDPT harus pula memungkinkan penyambungan baik secara sirkit (circuit switching) maupun secara paket (packet switching).

Dari prinsip-prinsip pokok diatas didapat suatu pengertian tentang JDPT (ISDN). Dan pada Rekomendasi CCITT seri I didapat spesifikasi tentang ISDN yang secara garis besar menyebutkan :

ISDN adalah jaringan komunikasi yang dikembangkan dari IDN teleponi, yang menyelenggarakan hubungan digital antar pelanggan (end to end) untuk dapat menunjang sejumlah pelayanan komunikasi yang meliputi suara dan non-suara, dimana pelanggan menggunakan satu perangkat interface standart yang berfungsi ganda.

Definisi di atas adalah merupakan rancangan dasar karakteristik ISDN, yang dapat disimpulkan bahwa untuk pengembangan standarisasi ISDN ada tiga elemen pokok yang penting, yaitu ¹⁸⁾:

- Pembakuan customer/network interface pada 64 KBPS dengan kemungkinan pengembangannya dengan kecepatan yang lebih rendah (misalnya 32 dan 16 KBPS) dan kecepatan $n \times 64$ KBPS (Wideband service).

¹⁸⁾ Ibid. hal.13

- Pembakuan struktur protokol untuk akses ke ISDN berdasarkan konfigurasi berlapis sesuai dengan service yang dikehendaki.
- Bahwa ISDN harus memungkinkan penyambungan secara sirkuit (circuit switched) maupun paket (packet switched).

Dari konsep JDPT (G.705, 1980) didapat pengertian pentingnya protokol berlapis seperti yang akan dijelaskan pada bagian berikut ini.

3.2 OPEN SYSTEM INTERCONNECTION (OSI).

OSI merupakan protokol berlapis untuk data yang diperkenalkan International Standard Organization (ISO) dengan tujuan untuk pembakuan jaringan komputer yang bersifat heterogen. Kemudian bersama dengan CCITT SG VII dihasilkan suatu konsep " Reference Model of Open System Interconnection for CCITT Application ", yang dikembangkan untuk jaringan komputer dalam ISDN dengan tujuan untuk mencegah meluasnya peredaran perangkat terminal data/ komputer yang tidak kompatibel.

3.2.1 MODEL REFERENSI OSI

Model referensi OSI merupakan kerangka dasar yang

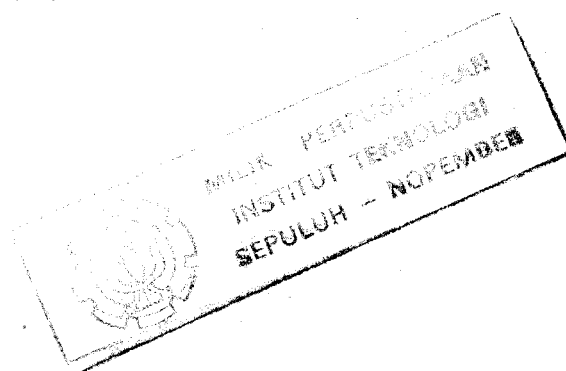
memuat struktur, aturan, dan tata cara bagi pengembangan interface diantara sistem-sistem yang berbeda parameter. Istilah "open" menyatakan bahwa dengan pemakaian standard OSI tersebut, suatu sistem terbuka untuk berkomunikasi dengan sistem lain yang memenuhi standard yang sama.

3.2.2 TUJUAN MODEL REFERENSI OSI

Dengan pengertian yang telah dijelaskan diatas, maka model referensi OSI harus dikembangkan dengan tujuan-tujuan sebagai berikut ¹⁹⁾:

- Sebagai suatu sistem yang terbuka, tidak perlu ditetapkan bagaimana fasilitas-fasilitas yang diperlukan harus diterapkan dan dengan teknologi apa. Tetapi harus didesain sedemikian rupa agar model dapat diterapkan sesuai dengan perkembangan teknologi untuk kebutuhan saat ini dan dimasa yang akan datang.
- Sebagai suatu model interkoneksi, ia harus mengidentifikasi semua persoalan yang terlibat dalam suatu hubungan dengan ruang lingkup menyeluruh dan membaginya dalam sistematika yang logis, agar dapat diperoleh kompatibilitas di antara berbagai sistem, baik menyangkut fasilitas maupun prosedur.

¹⁹⁾. Ibid. p.13-14.



- Sistematika tersebut terdiri dari suatu struktur berlapis yang bersifat hierarchical sebanyak 7 lapisan, dimana masing-masing lapisan mempunyai fungsi yang baku. Lapisan yang lebih rendah memberikan pelayanan (service) kepada lapisan di atasnya.
- Dialog diantara dua sistem yang berbeda terlaksana di antara lapisan-lapisan yang sama (peer layers) melalui suatu protokol yang dibakukan (peer protocols).

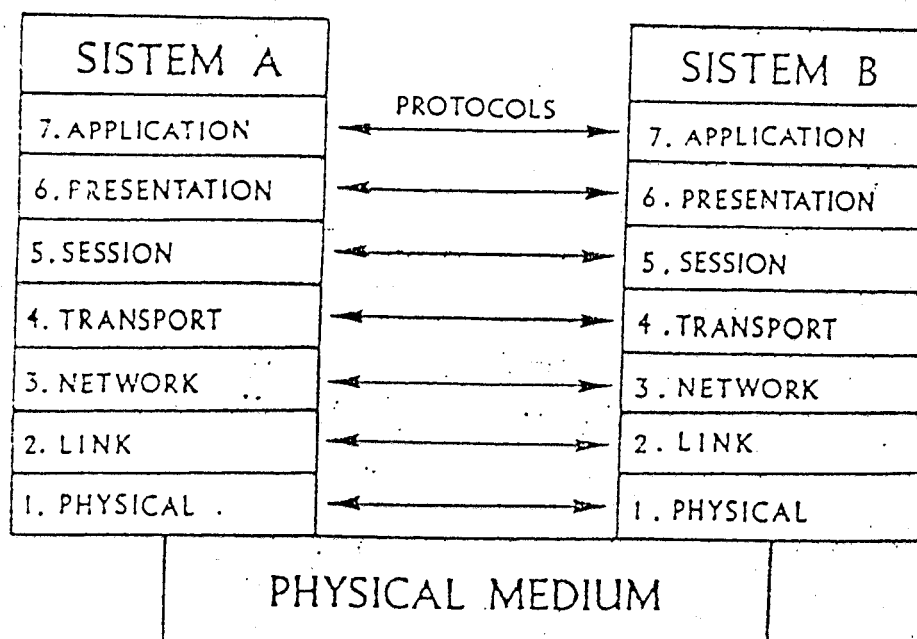
Dengan demikian OSI dapat dikatakan sebagai suatu kerangka yang terdiri dari lapisan-lapisan yang diterapkan dalam tiap-tiap sistem komunikasi agar sistem-sistem tersebut dapat saling berhubungan melalui proses yang baku.

3.2.3 STRUKTUR OSI

Dari uraian diatas secara umum dapat dikatakan bahwa OSI adalah suatu model referensi untuk menjelaskan hubungan antara " kemampuan network " dan " service " yang harus dilayani oleh network tersebut dengan bantuan suatu struktur yang berlapis (tujuh tingkat). Secara terkoordinasi setiap lapisan memberikan sejumlah pelayanan kepada lapisan setingkat diatasnya berdasarkan pelayanan lain yang diterima dari lapisan dibawahnya. Pada gambar 3-1 berikut ini diperlihatkan struktur model referensi OSI.

Karakteristik masing-masing lapisan tersebut adalah sebagai berikut :

- Lapisan 1 (physical layer) berhubungan langsung dengan saluran fisik yang digunakan untuk transmisi, berupa peralatan elektris dan mekanis beserta prosedur untuk memulai, memelihara dan membubarkan hubungan fisik serta memungkinkan interkoneksi dengan bermacam-macam kontrol yang berbeda (misalnya modem V-24, V-25 dan sebagainya).
- Lapisan 2 (data link layer) berfungsi mengawasi arus informasi (flow control) yang terjadi pada lapisan



GAMBAR 3-1 ²⁰⁾

STRUKTUR MODEL REFERENSI OSI

²⁰⁾ Ibid. p.15,16

fisik dan mendeteksi kesalahan (error control) serta apabila mungkin melakukan koreksi.

- Lapisan 3 (network layer) mengatur agar informasi yang disalurkan dapat tiba pada alamat yang dituju. Termasuk dalam aturan ini adalah "routing" dan "alternative routing" pada saat hubungan terjadi.
- Lapisan 4 (transport layer) bertugas mencari cara yang paling baik untuk memanfaatkan karakteristik saluran transmisi yang digunakan agar diperoleh penyaluran yang paling efektif dan efisien. Juga melaksanakan pengiriman dari satu sistem ke sistem lain secara "end to end" sedemikian rupa sehingga lapisan di atasnya tidak perlu memperhatikan jenis saluran transmisi yang digunakan.
- Lapisan 5 (session layer) berfungsi mengatur dan menyelaraskan serta mengawasi jalannya dialog di antara lapisan di atasnya (lapisan presentasi).
- Lapisan 6 (presentation layer) bertugas memberikan informasi pada lapisan aplikasi yaitu dengan cara mengatasi perbedaan "bahasa", type data, jenis coding dan lain sebagainya.
- Lapisan 7 (application layer) bertugas untuk mengolah informasi yang diperlukan pada suatu proses aplikasi.

Jadi apabila network telah terhubung, dan perangkat

telah siap melakukan komunikasi, barulah protocol untuk aplikasi telekomunikasi berlangsung. Adapun penerapan OSI pada ISDN dapat dilihat pada pelayanan jasa yang diberikan yang akan dijelaskan pada bagian berikut ini.

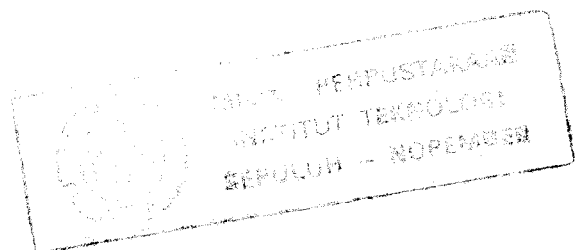
3.3 PELAYANAN JASA PADA ISDN

Berdasarkan model referensi OSI, CCITT mengembangkan dua konsep untuk ISDN sesuai dengan fungsi-nya yaitu Network Function dan Telecommunication Service. Network function terdiri dari low level function dan high level function, yang masing-masing dibagi dalam basic serta additional function. Basic low level function harus ada agar hubungan ISDN dapat berlangsung. Basic low level pada garis besarnya mencakup informasi transfer, connection control serta management dan operation.

Telecommunication Service menggolongkan pelayanan yang dapat diberikan oleh ISDN dalam kelompok-kelompok Bearer Service dan Teleservice yang masing-masing dibagi lagi dalam basic service dan additional service seperti dijelaskan berikut ini.

3.3.1 BEARER SERVICE

Bearer service menyediakan fasilitas untuk pengiri-



man signalling dan transfer informasi dari interface pemakai ke jaringan. Dengan demikian pelayanan ini hanya menyangkut fungsi-fungsi dari protokol lapisan bawah (1,2 dan 3) dari OSI. Pelanggan dapat memilih sendiri protokol lapisan atas (4,5,6 dan 7), dimana ISDN tidak menjamin kompatibilitas lapisan atas tersebut.

3.3.2 TELESERVICE

Teleservice memberikan pelayanan semua fasilitas komunikasi, termasuk fungsi-fungsi jaringan dengan menggunakan peralatan terminal untuk berkomunikasi diantara para pemakai sesuai dengan protokol yang berlaku. Dengan demikian teleservice menyangkut fungsi-fungsi dari lapis bawah OSI (1,2 dan 3) maupun lapis atas (4, 5, 6 dan 7), yang bertugas untuk mengirimkan, menyimpan dan memproses "user messages". Adapun klasifikasi teleservice sesuai dengan informasi yang dibawanya (suara, data, text dan gambar). Pelayanan inilah nantinya yang semakin berkembang dan semakin beraneka ragam dimasa yang akan datang.

3.4 SALURAN PELANGGAN DIGITAL PADA ISDN

Sesuai rekomendasi CCITT tentang ISDN, pelanggan dimungkinkan menggunakan berbagai pelayanan telekomunikasi

pada ISDN melalui interface pelanggan yang universal dengan menghubungkan berbagai terminal yang sesuai dengan referensi OSI. Disamping itu CCITT juga menetapkan suatu konfigurasi referensi dan struktur interface untuk setiap saluran pelanggan ISDN, seperti dijelaskan berikut ini.

3.4.1 KONFIGURASI REFERENSI SALURAN PELANGGAN

Konfigurasi referensi saluran pelanggan ISDN sesuai rekomendasi CCITT, merupakan konfigurasi konseptual yang digunakan untuk mengindentifikasikan berbagai bentuk susunan akses pelanggan yang mungkin ke ISDN. Untuk mendefinisikan konfigurasi referensi dipakai dua konsep yaitu titik referensi (reference point) dan pengelompokan fungsional (functional grouping).

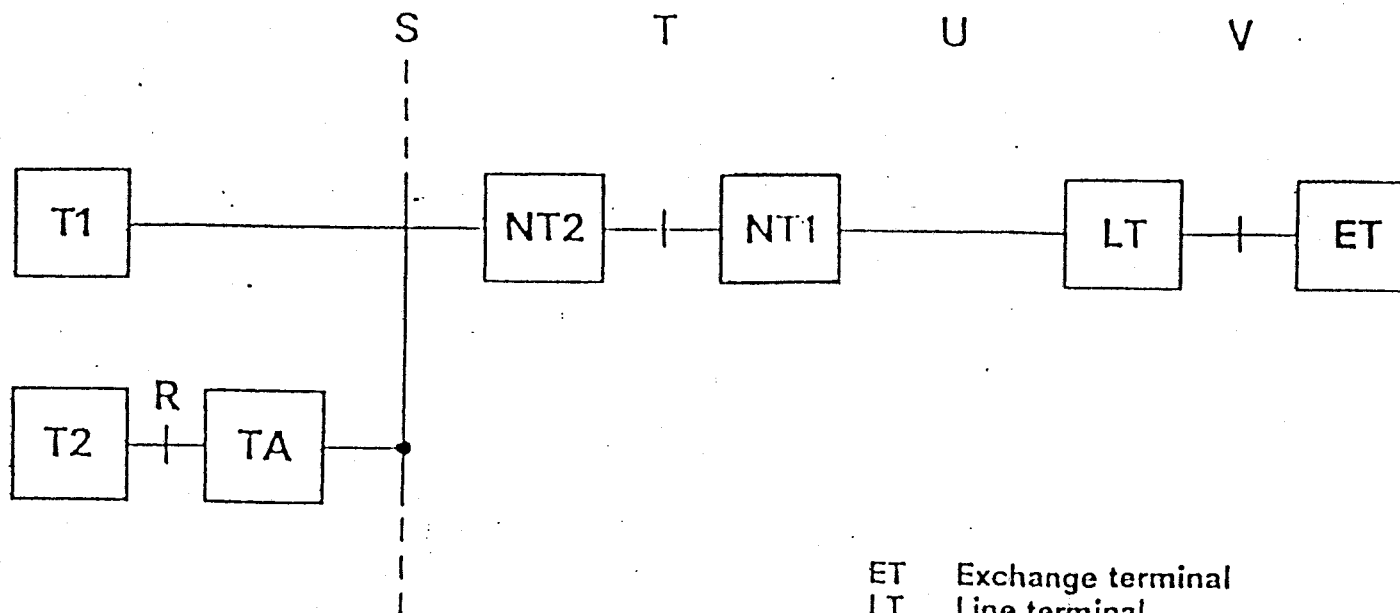
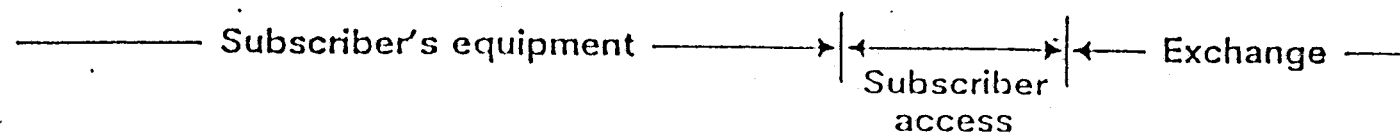
Pengelompokan fungsional adalah sekumpulan fungsi yang diperlukan pada susunan akses pelanggan ISDN. Dalam penataan akses yang khusus, fungsi-fungsi boleh ada atau tidak. Disamping itu juga fungsi-fungsi tertentu dapat dilaksanakan dalam satu bagian perangkat atau lebih.

Titik referensi merupakan titik konseptual yang membagi masing-masing kelompok fungsional. Dalam suatu penataan akses tertentu, suatu titik referensi dapat berupa bentuk fisik atau non fisik antara bagian-bagian dari perangkat. Interface fisik yang berupa interface

saluran transmisi antara pemakai dan jaringan ISDN tidak diatur dalam Rekomendasi CCITT.

Gambar 3-2 menunjukkan konfigurasi referensi akses pemakai ISDN, dimana R, S, T, U, dan V merupakan titik-titik referensi yang memisahkan pengelompokan fungsional TE1, TE2, TA, NT1, NT2, LT dan ET dengan penjelasan masing-masing sebagai berikut :

- a. TE1 (Terminal Equipment 1) merupakan terminal ISDN yang sesuai dengan rekomendasi CCITT. Mempunyai fungsi yang ekuivalen dengan lapisan 1 dan lapisan yang lebih tinggi dari struktur OSI. Contoh fisik dari TE1 adalah telepon digital, data terminal equipment dan lain-lain.
- b. TE2 merupakan terminal non ISDN, akan tetapi dapat dihubungkan pada ISDN melalui Terminal Adaptor (TA).
- c. TA (Terminal Adaptor) merupakan terminal yang mempunyai fungsi ekuivalen dengan lapis 1 dan lapisan-lapisan yang lebih tinggi dari struktur OSI. TA memungkinkan TE2 dapat disambungkan pada ISDN. Pada TA ini kecepatan transmisi terminal dirubah ke kecepatan transmisi kanal B (64 KBPS) dan informasi signalling terminal dikonversi ke protokol kanal D.
- d. NT1 (Network Termination 1) merupakan kelompok fungsional yang pada garis besarnya melaksanakan fungsi-fungsi sesuai dengan lapisan phisik dari model referensi OSI,



ET Exchange terminal
 LT Line terminal
 NT1 Network termination 1
 NT2 Network termination 2
 TA Terminal adapter
 T1 ISDN terminal with S interface
 T2 Terminals with other interfaces
 (e.g. R=X.21, V.23, a/b)

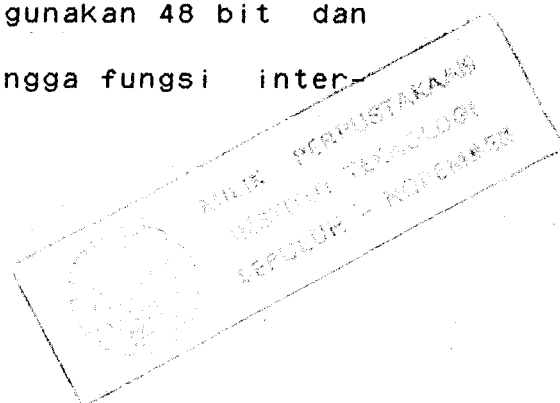
GAMBAR 3-2 ²¹⁾

KONFIGURASI REFERENSI AKSES PEMAKAI ISDN

²¹⁾ Y. Matsuura, E. Iwabuchi, H. Yamatani and Y. Kanigaki, ISDN Approach with FETEX-150 Digital Switching System, Fujitsu Limited, Japan

termasuk membuat test loop, terminasi saluran pelanggan, timing dan catu daya.

- e. NT2 (Network Termination 2) merupakan kelompok fungsional yang pada garis besarnya mempunyai fungsi yang ekuivalent dengan lapisan 2 dan 3 dari model referensi OSI. Contoh fisik dari NT2 adalah : PABX, terminal Controller, Local Area Network (LAN) dan lain-lain.
- f. LT (Line terminal) dan ET (Exchange terminal) merupakan bagian dari sentral lokal ISDN dan biasanya digabung menjadi satu unit perangkat.
- g. Titik referensi R, merupakan interface antara T2 dan TA yang dapat berupa X.21 atau V.24 dari terminal konvensional.
- h. Titik referensi S/T, merupakan interface antara TE dan NT yang menggunakan 2 pasang kawat (S bus) yaitu satu pasang untuk arah kirim dari TE ke NT dan satu pasang lainnya untuk arah terima dari NT ke TE. Kecepatan bit pada interface adalah 192 KBPS yang terdiri dari 144 KBPS untuk akses dasar (2B + D) dan sisanya digunakan untuk framing, pengontrolan akses beberapa terminal untuk masuk ke satu akses dasar serta pengaktifan dan penonaktifan saluran. Frame yang digunakan 48 bit dan menggunakan kode pseudoternary. Sehingga fungsi interface S adalah sebagai berikut :



- Catu daya untuk terminal dari NT atau dari sentral.
 - Pengaktifan dan penonaktifan akses pelanggan untuk penghematan pemakaian daya bila tidak ada panggilan.
 - Mengontrol akses dari beberapa terminal ke satu akses dasar.
 - Fungsi pemeliharaan level 1.
- i. Titik referensi U merupakan saluran fisik langganan, dimana belum ada rekomendasi CCITT yang mengaturnya. Kecepatan data untuk akses dasar yang melalui saluran ini adalah 160 KBPS yaitu 2 kanal B dan satu kanal D sebesar 144 KBPS, sisanya digunakan untuk sinkronisasi dan maintenance.

Secara keseluruhan ISDN hanya berhubungan langsung dengan 3 lapisan bawah dari struktur OSI, sedangkan lapisan selebihnya digunakan untuk pemindahan informasi langsung dari ujung ke ujung diantara terminal pelanggan.

3.4.2 STRUKTUR INTERFACE DAN KEMAMPUAN AKSES

CCITT menetapkan beberapa kecepatan kanal untuk menyalurkan informasi dan pensinyalan antara pelanggan dan jaringan timbal balik yaitu :

- Kanal B, mempunyai kecepatan bit 64 KBPS dan digunakan

untuk menyalurkan berbagai macam informasi (suara maupun non suara) dari/ke pelanggan.

- Kanal D, mempunyai kecepatan bit 16 KBPS untuk akses dasar dan 64 KBPS untuk akses primer, digunakan untuk pensinyalan dan juga untuk menyalurkan data packet dan telemetri (data kecepatan rendah).

- Kanal H, mempunyai kecepatan bit sebagai berikut :

Kanal H₀ : 384 KBPS

Kanal H₁ : 1536 (H₁₁) KBPS dan 1920 (H₁₂) KBPS.

Kanal ini digunakan untuk menyalurkan berbagai macam informasi yang mempunyai kecepatan tinggi misalnya fast facsimile, video, high speed data dan sebagainya.

Tidak semua jenis kanal ini perlu ada dalam suatu jaringan ISDN. CCITT telah menetapkan beberapa struktur kanal pada ISDN seperti di jelaskan berikut ini.

- Struktur interface akses dasar (Basic Rate Access, BRA) terdiri dari dua kanal B yang berdiri sendiri dan satu kanal D (2B + D), dengan kecepatan bit total 144 KBPS. Kedua kanal B dapat dipakai untuk jenis pelayanan yang berbeda pada saat yang sama.
- Struktur interface akses primer (Primary Rate Access, PRA), terdiri dari n kanal B dan satu kanal D (nB + D). Harga n tergantung sistem transmisi yang digunakan. Untuk sistem transmisi PCM 30 harga n = 30 dan untuk

sistem transmisi PCM 24 harga $n = 23$.

Untuk mendukung kemampuan akses saluran pelanggan ISDN, ada beberapa teknik transmisi digital yang digunakan seperti dijelaskan berikut ini.

3.5 TRANSMISI SINYAL DIGITAL PADA SALURAN PELANGGAN

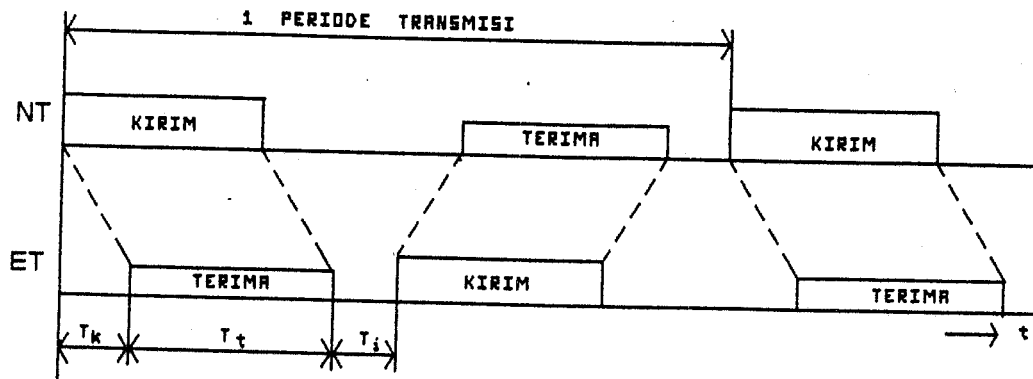
Untuk transmisi digital dengan akses primer dapat dilakukan dengan sistem transmisi PCM 30 atau PCM 24. Sedangkan untuk transmisi akses dasar pada saluran 2 kawat agar dapat beroperasi full-duplex, ada dua metoda yang umum digunakan yaitu : Time Compressed Multiplexing (metoda pingpong) dan Echo Canceller.

3.5.1 TIME COMPRESSED MULTIPLEXING

Teknik ini berdasarkan pembagian waktu (time sharing) pada saluran dua kawat antara pelanggan dan sentral. Dibutuhkan buffer pada tiap sisi agar dimungkinkan operasi pengiriman sederetan bit atau burst. Dengan demikian setiap arah hanya tersedia setengah dari waktu untuk transmisi seperti ditunjukkan pada gambar 3-3.

Apabila S_d merupakan kecepatan data yang akan disalurkan dan T_k merupakan waktu rambat (waktu propagasi)

sepanjang saluran, sedangkan dalam satu periode transmisi T_d disalurkan burst yang terdiri dari N bit, maka kecepatan



GAMBAR 3-3 ²²⁾

TIME COMPRESSED MULTIPLEXING

tan transmisi S_t dapat ditentukan sebagai berikut :

$$T_d = N/S_d \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

Agar setiap sisi menerima dan mengirim data dengan kecepatan S_d , maka :

$$T_d = 2 T_t + 2 T_k + 2 T_i \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

dimana :

T_d = selang waktu satu periode transmisi

T_t = selang waktu periode tiap burst

T_k = waktu rambat sepanjang saluran

T_i = selang waktu antara 2 burst (guard time)

²²⁾ Y. Matsuura, E. Iwabuchi, H. Yamatani dan Y. Kamigaki, ISDN Approach with FETEX-150 Digital Switching System, Fujitsu Limited, Japan.

atau

$$T_t = T_d/2 - T_K - T_i \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

Kecepatan transmisi :

$$\begin{aligned} S_t &= N / T_t \\ &= N / (T_d/2 - T_K - T_i) \quad \dots\dots\dots (3.4) \end{aligned}$$

Dengan membandingkan persamaan (1) dan (5) terlihat bahwa

$$S_t > 2 S_d \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

dengan perkataan lain bahwa kecepatan transmisi pada saluran haruslah lebih besar dari dua kali kecepatan data yang hendak dikirim. Ini adalah merupakan kelemahan dari TCM.

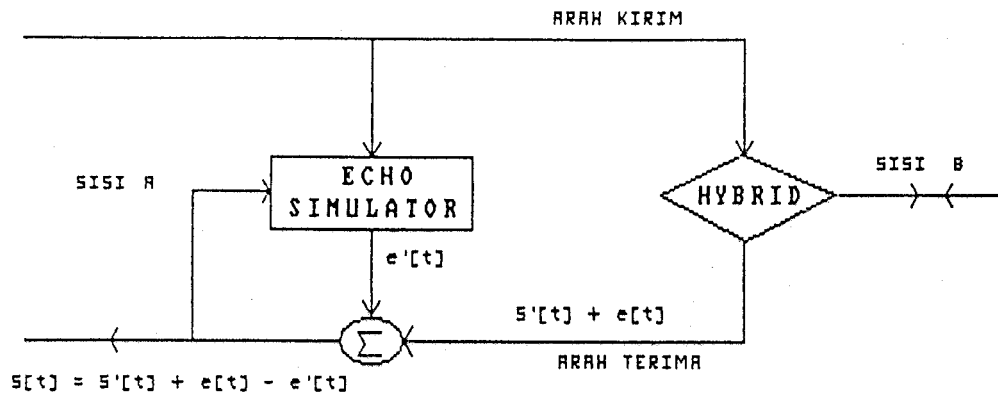
3.5.2 ECHO CANCELLER

Prinsip dasar echo canceler ditunjukkan pada gambar 3-4. Dari sisi B diterima sinyal yang terdiri dari sinyal yang diperlukan $S'(t)$ dan sinyal pantul $e(t)$ yang berasal dari hybrid yang tidak sempurna. Oleh echo simulator dihasilkan sinyal $e'(t)$ yang merupakan sinyal simulasi $e(t)$ akan tetapi tandanya berlawanan (berharga negatif), sehingga sinyal yang diterima pada sisi A akan menjadi :

$$S(t) = S'(t) + e(t) - e'(t) \quad \dots\dots\dots (3.6)$$

Bila echo simulator menghasilkan sinyal sedemikian

rupa sehingga diperoleh $e(t) = e'(t)$, maka akan didapat sinyal $S(t) = S'(t)$ yang diperlukan.



GAMBAR 3-4 ²³⁾

BLOK DIAGRAM DASAR ECHO CANCELLER

3.6 SISTEM SIGNALLING PADA ISDN

Pada jaringan telekomunikasi biasanya dua pelanggan dalam melakukan pertukaran informasi dihubungkan melalui saluran dan sentral. Untuk membentuk hubungan diperlukan informasi control yang dikirim oleh terminal pelanggan ke sentral yang kemudian melakukan panggilan dan penyambungan ke pelanggan yang dikehendaki.

Arus informasi yang diperlukan untuk mengontrol pembentukan hubungan dan pembubaran disebut signalling. Pada dasarnya signalling dibagi atas user signalling yaitu

²³⁾ R. Dierckx dan J.R. Taeymans, ISDN Line Circuit, Electrical Communication, Vol 59 - nomor 1/2, 1985.

merupakan signalling antara terminal pelanggan dengan sentral lokal dan signaling antar sentral berupa Common Channel Signalling No.7. Protocol yang digunakan untuk signalling sesuai dengan model referensi OSI, akan tetapi hanya menggunakan 3 lapisan terendah.

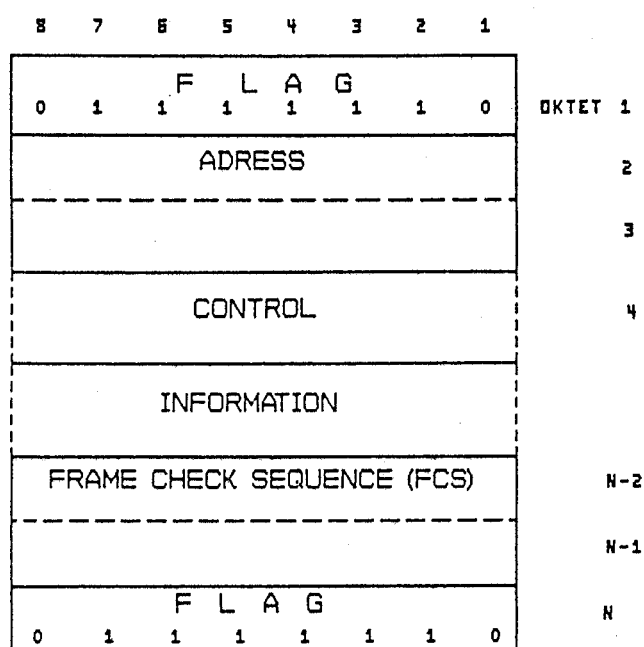
3.6.1 USER SIGNALLING

User signalling harus dapat mendukung pembentukan semua jenis hubungan yang diperlukan untuk pertukaran informasi antar pelanggan. Seperti telah dijelaskan diatas bahwa user signalling menggunakan kanal D, baik pada akses dasar maupun akses primer. Protokol kanal D dibentuk oleh 3 lapisan bawah dari struktur OSI.

Informasi signalling yang dikirim oleh terminal pelanggan adalah berupa data paket. Untuk mengangkut informasi signalling ini pada lapisan 3, digunakan Link Access Protocol Kanal D (LAP-D) melalui interface pelanggan. Penggunaan LAP-D ditekankan pada bentuk konfigurasi bus. LAP-D menjamin masing-masing terminal pada konfigurasi bus untuk dapat dialamatkan secara jelas.

Format LAP-D ditunjukkan pada gambar 3-5. Tiap bagian dari frame LAP-D merupakan kelipatan dari 8 bit (oktet). Sedangkan fungsi masing-masing bagian adalah sebagai berikut:

- Bagian flag terdiri dari 2 oktet merupakan indikasi awal dan akhir tiap frame.
- Bagian adress terdiri dari 2 oktet, fungsinya untuk indentifikasi terminal pengirim maupun penerima.
- Bagian kontrol terdiri dari 1 oktet atau lebih merupakan salah satu dari 3 frame berikut ini yaitu : information-frame (I) digunakan untuk nomor urut frame pada pertukaran data antar terminal, supervisory-frame (S) digunakan untuk pengawasan data link, unnumbered frame (U) digunakan sebagai pengawasan tambahan data link.

GAMBAR 3-5 ²⁴⁾

FORMAT LINK ACCESS PROTOCOL KANAL D (LAP-D)

²⁴⁾ H. Clost and A. Vonsheid, Main Characteristics of ISDN, Communication & Transmission, 9th Year - Number 3 - 1987, p.28

- Bagian informasi, terdiri dari sejumlah oktet dengan ketentuan untuk signalling panjang maksimum 128 oktet, dan untuk packet informasi panjang maksimum 260 oktet.
- Bagian frame check sequence terdiri dari 2 oktet yang berfungsi sebagai pendeteksi dan pembetulan kesalahan.

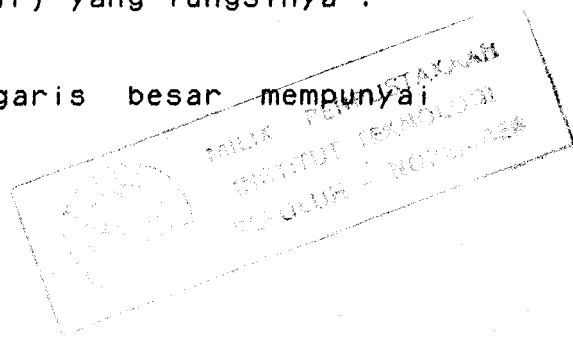
Pembentukan suatu hubungan atau permintaan pelayanan tertentu pada ISDN memerlukan pertukaran message antara terminal pelanggan dan jaringan. Message ini berisikan informasi switching dalam bentuk-bentuk kode tertentu.

3.6.2 COMMON CHANNEL SIGNALLING (CCS No.7)

Seperti telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa signalling yang digunakan untuk hubungan antar sentral pada IDN adalah Common Channel Signalling (CCS) No.7. Pada ISDN Common channel signalling No.7 juga digunakan untuk sistem signalling antar sentral ISDN maupun antara ISDN dengan jaringan tertentu (dedicated network).

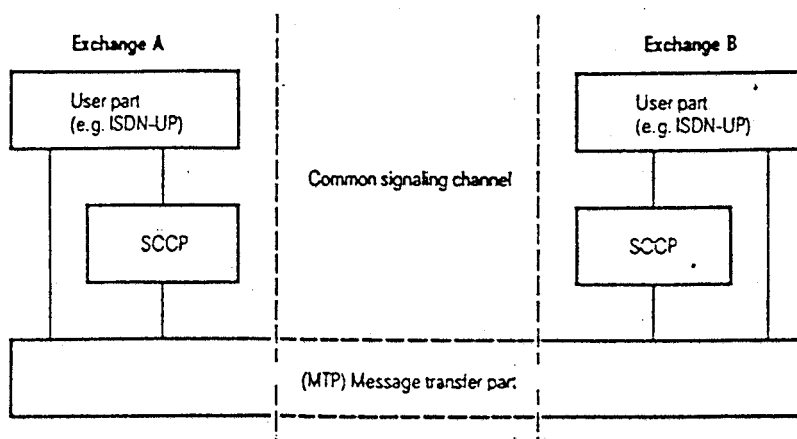
Gambar 3-6 menunjukkan struktur dasar signalling CCS No.7 yang digunakan pada ISDN, terdiri dari 3 bagian yaitu User Part (UP), Signalling Connection Control Part (SCCP) dan Message Transfer Part (MTP) yang fungsinya :

- Message Transfer Part secara garis besar mempunyai



fungsi memindahkan informasi diantara User Part antar sentral. Message Transfer Part ini terdiri dari 3 lapisan bawah dari struktur OSI.

- Signalling connection control part (SCCP), berfungsi untuk melayani penyambungan logical (logical connection), yaitu berupa pertukaran informasi antara dua User Part yang sama melalui kanal signalling (kanal D), tanpa menggunakan kanal informasi.
- User Part berfungsi mengendalikan pembangunan dan pembubaran sambungan.



GAMBAR 3-6 ²⁵⁾

STRUKTUR DASAR SISTEM SIGNALLING CCS NO.7

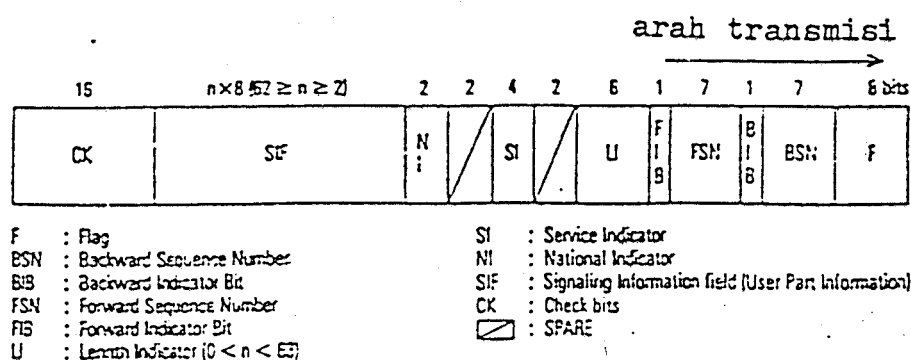
User Part yang telah ditetapkan berdasarkan rekomendasi CCITT adalah Telepon User Part (TUP), Data User Part (DUP), Maintenance User Part (MUP), dan ISDN

²⁵⁾ Bernd Lampe and Anton Stoll, Signalling Between ISDN Exchanges, Siemens, Telecom Report, Vol.8, April 1985, p.38.

User Part (ISDN-UP). ISDN-UP di transfer oleh Message Transfer Part dengan dibantu oleh Signalling Connection Control Part.

Informasi sinyal (signalling information) terdapat dalam Message Signal Unit (MSU) berbentuk kerangka data paket (frame) seperti terlihat pada gambar 3-7. Fungsi masing-masing bagian pada frame adalah :

- F (Flag) terdiri dari 8 bit yang mempunyai pola sama untuk semua MSU yaitu 01111110, berfungsi sebagai informasi pada awal dan akhir tiap frame.
- BSN (Backward Sequence Number) terdiri dari 7 bit, digunakan untuk memberikan keterangan kepada pengirim tentang keadaan Message Signal Unit yang diterima.



GAMBAR 3-7 ²⁶⁾

STRUKTUR MSU SIGNALLING CCS No.7

²⁶⁾ Jan Du Rietz and Hans Giertz, CCITT Signalling System No.7 in AXE, Ericsson Review no.2, 1982

- BIB (Backward Indicator Bit) hanya 1 bit, digunakan untuk memberikan positif acknowledgement atau negatif acknowledgement bagi MSU yang diterima.
- FSN (Forward Sequence Number) terdiri dari 7 bit yang berisi nomor urut MSU mulai 0 - 127, digunakan untuk mengetahui urutan MSU pada sisi penerima dan keperluan pemberian keterangan.
- FIB (Forward Indicator Bit) hanya 1 bit, digunakan untuk mengontrol pengulangan MSU.
- LI (Length Indicator) terdiri dari 6 bit, digunakan untuk menunjukkan jumlah bit pada bagian informasi.
- SI (Service Indicator) terdiri dari 4 bit, digunakan untuk memberi informasi pada UP tentang asal dari MSU.
- NI (National Indicator) terdiri dari 2 bit, digunakan untuk membedakan hubungan nasional atau internasional.
- SIF (Signal Information Field) terdiri dari 2 sampai 62 oktet, berisikan berita yang akan disampaikan ke pemakai User Part (UP) dan selalu dimulai dengan label message. Label message untuk Telephon User Part (TUP) mempunyai panjang 40 bit, yang berisi 12 bit Circuit Identification Code (CIC), 14 bit Originating Exchange Code (OEC), 14 bit Destination Exchange Code (DEC).
- CK (Check Bit) terdiri dari 16 bit, digunakan untuk

mendeteksi kesalahan.

Penomoran dan adresssing adalah merupakan bagian dari sinyal informasi yang dikirimkankan melalui sistem pensinyalan yang akan dijelaskan berikut ini.

3.7 PENOMORAN DAN ADRESSING

Konsepsi dasar sistem penomoran dan adresssing pada ISDN berpedoman pada sistem penomoran telepon mengingat ISDN merupakan evolusi dari IDN. Oleh karena itu dimungkinkan interworking antar ISDN dan interworking ISDN dengan jaringan lainnya. Penomoran pada ISDN harus mampu memberikan indentitas interface yang terhubung pada titik referensi S dan T. Sedangkan tiap terminal pelanggan yang tersambung melalui interface ke titik referensi S/T dapat dipilih melalui additional subadress.

Struktur penomoran ISDN menurut Rekomendasi CCITT Rec. 1.330 adalah seperti terlihat pada gambar 3-8, dengan penjelasan sebagai berikut :

- Kode negara (Country Code, CC), digunakan untuk memilih negara yang dituju, sesuai dengan ketentuan pada rekomendasi CCITT Rec. 1.331 (E.163).
- Nomor nasional (National Number) dipakai untuk memilih pelanggan yang dituju. Dalam suatu negara penomoran

dibagi-bagi lagi berdasarkan daerah dan letak geografis. Oleh sebab itu nomor nasional ini dibagi lagi atas National Destination Code (NDC) untuk pemilihan daerah penomoran dan nomor pelanggan (Subscriber Number, SN). Bila terdapat fasilitas Direct Dialling Inward (DDI), maka angka DDI merupakan bagian dari nomor langganan.

Panjang penomoran international pada ISDN adalah 15 angka (tidak termasuk prefix, pembatas alamat), menggunakan angka desimal 0 sampai dengan 9. Sub-address bukanlah bagian dari penomoran ISDN akan tetapi bagian dari adress-ing ISDN. Panjang maksimum 32 angka dan hanya menggunakan bilangan desimal. Sub-address dipakai untuk menunjukkan fungsi tertentu pada terminal. Selama penetapan hubungan, ISDN subaddress disalurkan secara transparent dalam information field dari terminal pemanggil ke terminal penerima.

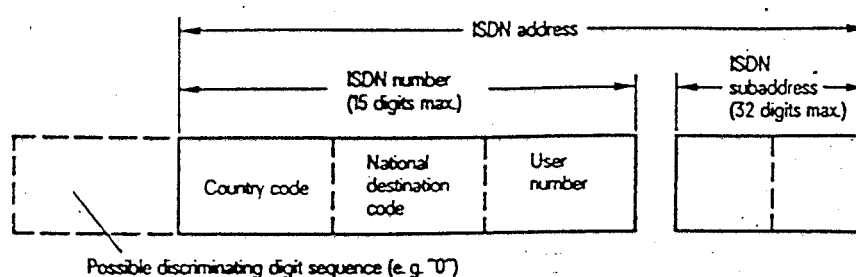


Fig. 3 Structure of the ISDN address

GAMBAR 3-8 ²⁷⁾

STRUKTUR ADRESS (ALAMAT) PADA ISDN

²⁷⁾ Oswald Fundneider, User Signalling (D Channel), Telecom Report, Siemens, Vol.8, April 1985.

3.8 INTERWORKING JARINGAN PADA ISDN

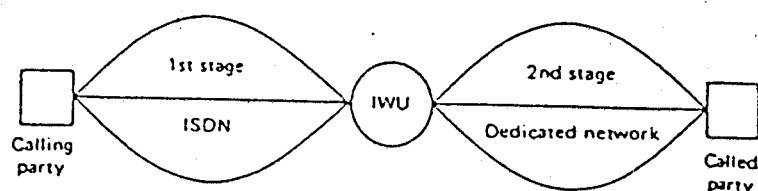
Interworking antara ISDN dengan jaringan non-ISDN adalah sangat penting dalam ISDN, oleh karena kemampuan interworking antara ISDN dengan jaringan yang telah ada merupakan faktor pendukung utama keberhasilan penerapan ISDN. Agar dapat memenuhi keperluan yang diinginkan, maka ISDN dilengkapi dengan peralatan tambahan yaitu Interworking Unit (IWU) berupa sub sistem tambahan yang terhubung ke ISDN melalui suatu interface.

Umumnya informasi pada interworking jaringan tidak berubah, hanya kecepatan yang mungkin berubah. Sistem pensinyalan antara jaringan yang berbeda memerlukan penyesuaian protokol lapisan 1,2 dan 3. Kedua hal tersebut diatasi oleh Interworking Unit (IWU). Sistem penomoran pada ISDN seperti dijelaskan sebelumnya, indentik dengan sistem penomoran jaringan telepon, akan tetapi sedikit berbeda dengan penomoran pada jaringan text dan data.

Sesuai dengan rekomendasi CCITT Rec. 1.331, ada 2 metoda yang dapat dilakukan untuk interworking jaringan yaitu seleksi tahap tunggal (single stage selection) dan seleksi tahap ganda (double stage selection).

Pada metoda seleksi tahap tunggal, pemanggil mendial prefik khusus yang ditentukan untuk interworking, kemudian diikuti dengan nomor pelanggan yang akan dihu-

bungi. Sedangkan pada metoda seleksi tahap ganda seperti ditunjukkan pada gambar 3-9, digunakan interworking unit (IWU) yang terletak pada interface antara ISDN dan non ISDN, yang akan mengubah address ISDN menjadi address yang sesuai dengan address yang berlaku pada jaringan tersebut, setelah pemanggil mengakses interworking unit (IWU) sesuai dengan prosedur yang berlaku pada ISDN.



GAMBAR 3-9 ²⁸⁾

INTERWORKING JARINGAN TAHAP GANDA

Konsep ISDN yang telah diuraikan diatas, akan dibahas pengimplementasiannya pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan yang merupakan tujuan dari tugas akhir ini. Oleh karena itu pada bab berikut ini, diuraikan secara umum tentang jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan yang ada saat ini sebelum pembahasan tentang implementasi konsep ISDN kedalam jaringan tersebut.

²⁸⁾, Integrated Services Digital Network (ISDN), CCITT, Recommendation of the series I, Red Book, Volume III - Fascicle III.5, Geneva, 1985, p.106

JARINGAN TELEKOMUNIKASI PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN

4.1 U M U M

Seperti telah dijelaskan pada bagian pendahuluan bahwa kegiatan Industri Minyak dan Gas Bumi di Kalimantan tersebar di daerah operasi perminyakan seperti Balikpapan sebagai pusat wilayah kegiatan Industri Minyak dan Gas Bumi yang juga sekali gus merupakan pusat pengilangan/pengolahan, lapangan minyak Tanjung dan sekitarnya, lapangan minyak Sangatta dan sekitarnya, lapangan minyak Bunyu/Tarakan dan beberapa lapangan minyak lainnya serta kota-kota yang merupakan depot pemasaran.

Pola operasi perminyakan disetiap bidang kegiatan sangat menentukan jenis dan kapasitas sarana telekomunikasi yang harus tersedia. Khusus untuk hubungan antara Balikpapan sebagai pusat wilayah operasi di Daerah Kalimantan dengan kantor pusat Pertamina (Head Quarter) di Jakarta dan juga bagi daerah/lokasi yang sudah tersedia sarana telekomunikasi Perumtel, digunakan sarana Perumtel yang ada dengan sistem sewa (leased channel).

Secara umum dapat dikatakan, jenis pelayanan dan sarana telekomunikasi yang tersedia harus sejalan dengan

jenis operasi/kegiatan yang ada. Adapun jenis pelayanan yang dibutuhkan antara lain adalah telephone/voice, telex, data, facsimile dan telemetry/telecontrol.

Secara garis besar jenis peralatan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan dapat dikelompokkan atas :

- a. Sistem Switching Telepon atau sentral telepon otomatis (Private Automatic Branch Exchange - PABX) baik yang analog maupun yang digital.
- b. Sistem Transmisi terdiri dari Sistem Transmisi Terrestrial (baik yang analog maupun yang digital) dan Sistem Transmisi melalui Satelit (Stasiun Bumi Kecil, SBK).

Pada bagian berikut ini akan dijelaskan secara umum struktur jaringan, sistem transmisi dan sistem switching serta jenis peralatan yang digunakan dan sistem penomoran.

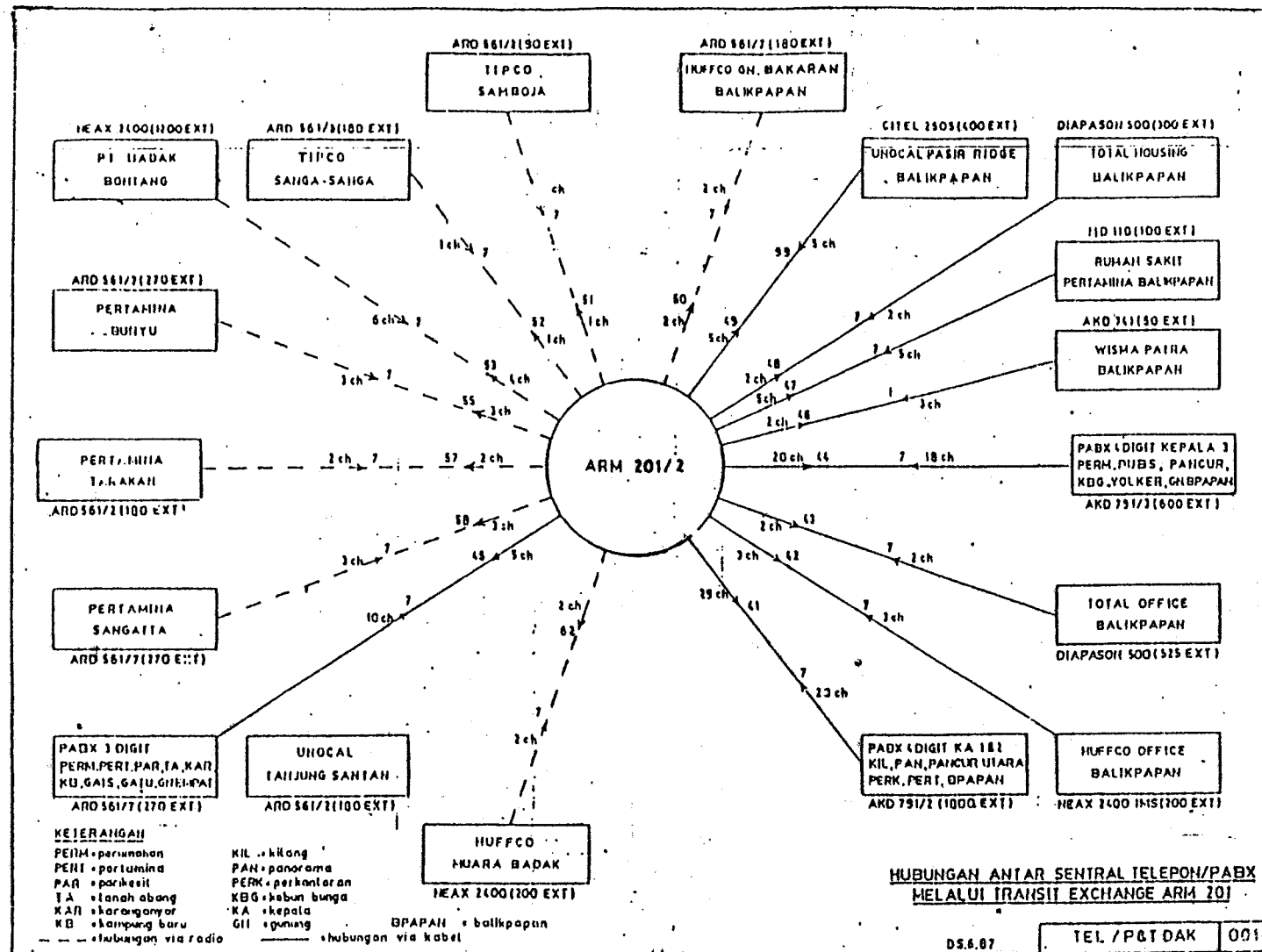
4.2 STRUKTUR JARINGAN

Struktur jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan dapat dilihat pada gambar 4-1. Setiap sentral lokal (PABX) dihubungkan dengan sentral lokal ARM 201/2 yang berfungsi sebagai sentral transit lokal.

Untuk PABX yang berada di Balikpapan, hubungan ke/dari sentral transit lokal menggunakan multipair cable

STRUKTUR JARINGAN TELEKOMUNIKASI
PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN

GAMBAR 4-1



(kabel tanah), pada gambar ditandai dengan garis lurus. Sedangkan untuk PABX yang berada di lapangan operasi, hubungan ke/dari sentral transit lokal menggunakan sistem transmisi terestrial dan pada gambar ditandai dengan garis terputus-putus.

Setiap hubungan antara dua subscriber yang berada pada PABX yang berbeda selalu melalui sentral transit lokal.

4.3 SISTEM PENOMORAN

Sistem penomoran pada tiap PABX umumnya menggunakan 4 digit. Akan tetapi pada beberapa PABX masih ada yang menggunakan dua dan tiga digit.

Hubungan antar PABX dilakukan dengan memutar prefix trunk "7" untuk mendapatkan hubungan ke sentral transit lokal, kemudian dilanjutkan dengan nomor DID dari PABX tempat tersambung subscriber yang diinginkan dan diikuti dengan nomor subscriber yang dituju. Secara keseluruhan hubungan antar sentral terdiri dari 5, 6 atau 7 digit.

4.4 SISTEM SWITCHING TELEPONI

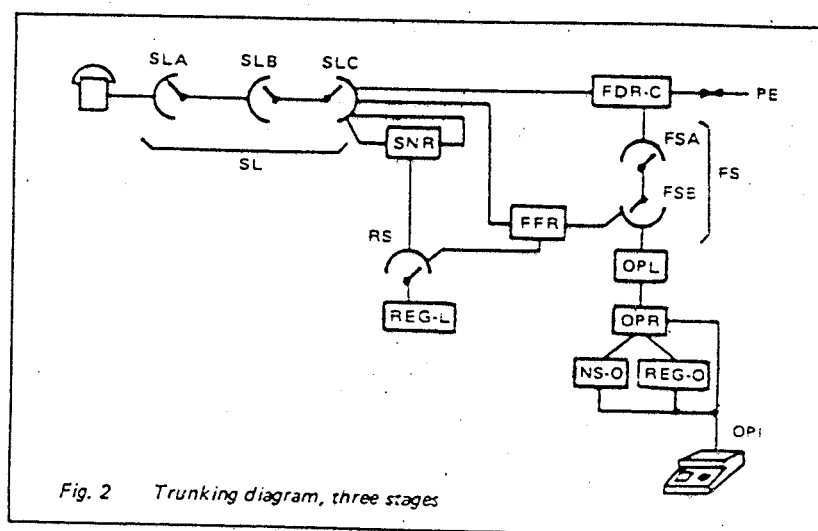
Untuk dapat memenuhi kebutuhan akan pelayanan jasa

telekomunikasi (voice/telepon) antar bagian atau antar kantor di wilayah Kerja Pertamina Daerah Kalimantan, digunakan sistem penyambungan otomatis (Private Automatic Branch Exchange - PABX) atau sentral telepon otomat baik yang analog maupun yang digital. Pada gambar 4-1 ditunjukkan type/merk dan kapasitas serta lokasi masing-masing PABX yang dicantumkan pada masing-masing kotak yang bersesuaian. Hal yang sama juga dapat dilihat pada tabel 4-3.

4.4.1 SENTRAL TELEPON ANALOG

Secara umum sentral telepon analog yang terdapat pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan (ARM 201/2, ARD 561 dan AKD 791) memiliki prinsip dasar yang sama yaitu menggunakan sistem crossbar switch.

Gambar 4-2 menunjukkan diagram trunking salah salah type PABX analog (AKD 791) yang digunakan. Terdapat dua switching utama yaitu yang pertama adalah switching SL yang terdiri dari SLA, SLB dan SLC yang digunakan oleh setiap subscriber selama proses penyambungan. Sedangkan yang kedua FS, digunakan oleh operator untuk menghubungkan ke saluran FDR-C. Disamping kedua switching utama tersebut diatas, masih ada beberapa switching seperti RS yang menghubungkan setiap subscriber ke REG-L melalui proses penyambungan yang terjadi dalam sentral otomat tersebut.



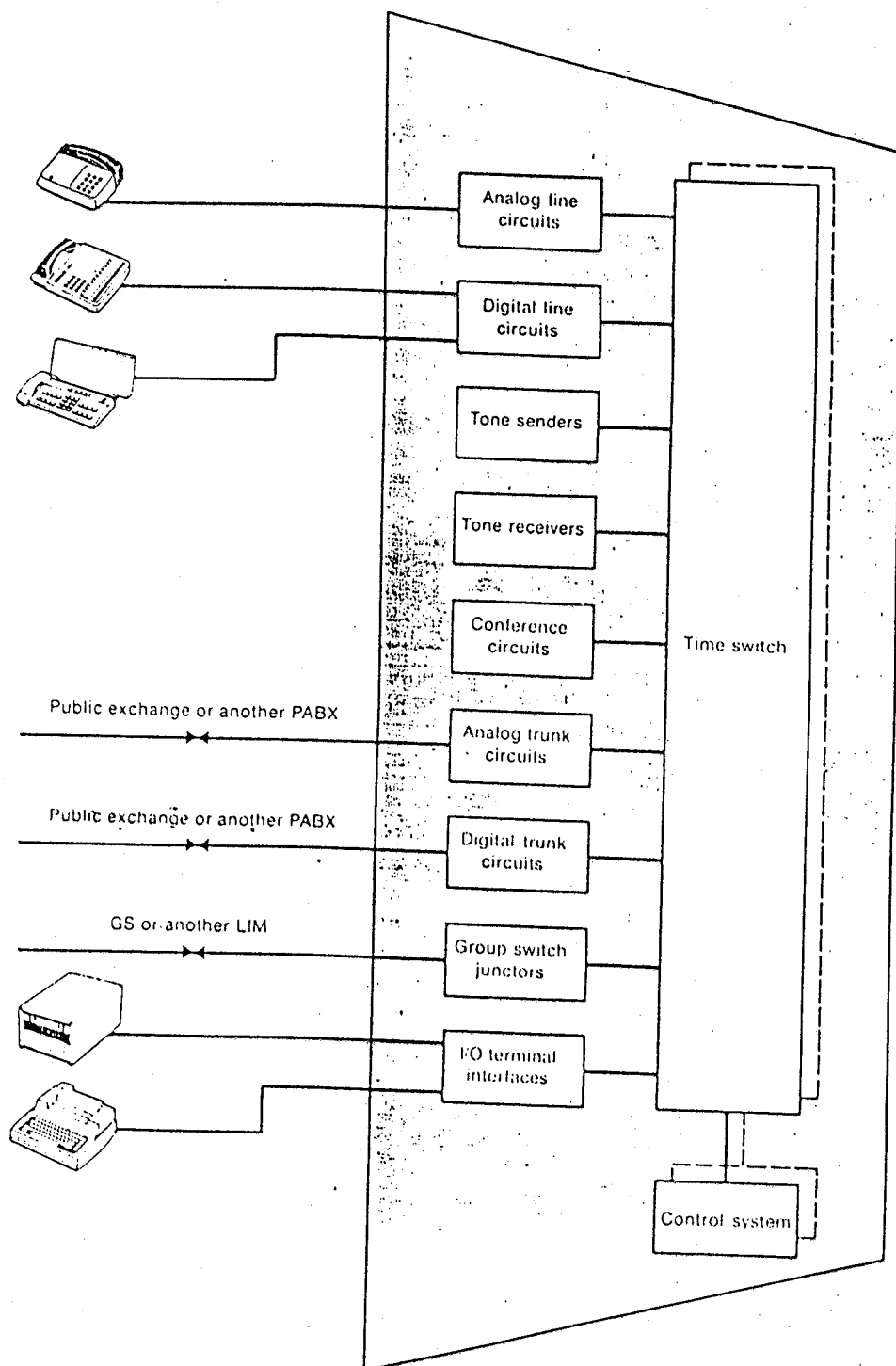
GAMBAR 4-2 30)

TRUNKING DIAGRAM DARI PABX AKD 791 ERICSSON
YANG DIGUNAKAN PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI PERTAMINA
DAERAH KALIMANTAN

4.4.2 SENTRAL TELEPON DIGITAL

Beberapa jenis sentral telepon digital yang digunakan pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan, juga mempunyai prinsip dasar yang sama. Salah satu dari antara PABX digital tersebut ditunjukkan pada gambar 4-3, merupakan diagram blok digital PABX type MD-110 ERICSSON. Subscriber telepon analog dihubungkan melalui analogue line circuits, sedangkan subscriber telepon digital dihubungkan melalui digital line circuits.

30)Brief Technical Discription-PABX AKD 791, ERICSSON, p.7



GAMBAR 4-3 ³¹⁾

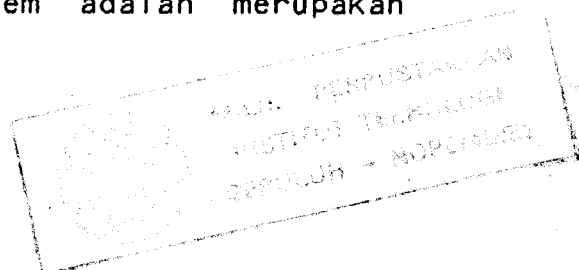
DIAGRAM BLOK DASAR DIGITAL PABX TYPE MD-110 ERICSSON
YANG DIGUNAKAN PADA RUMAH SAKIT PERTAMINA BALIKPAPAN

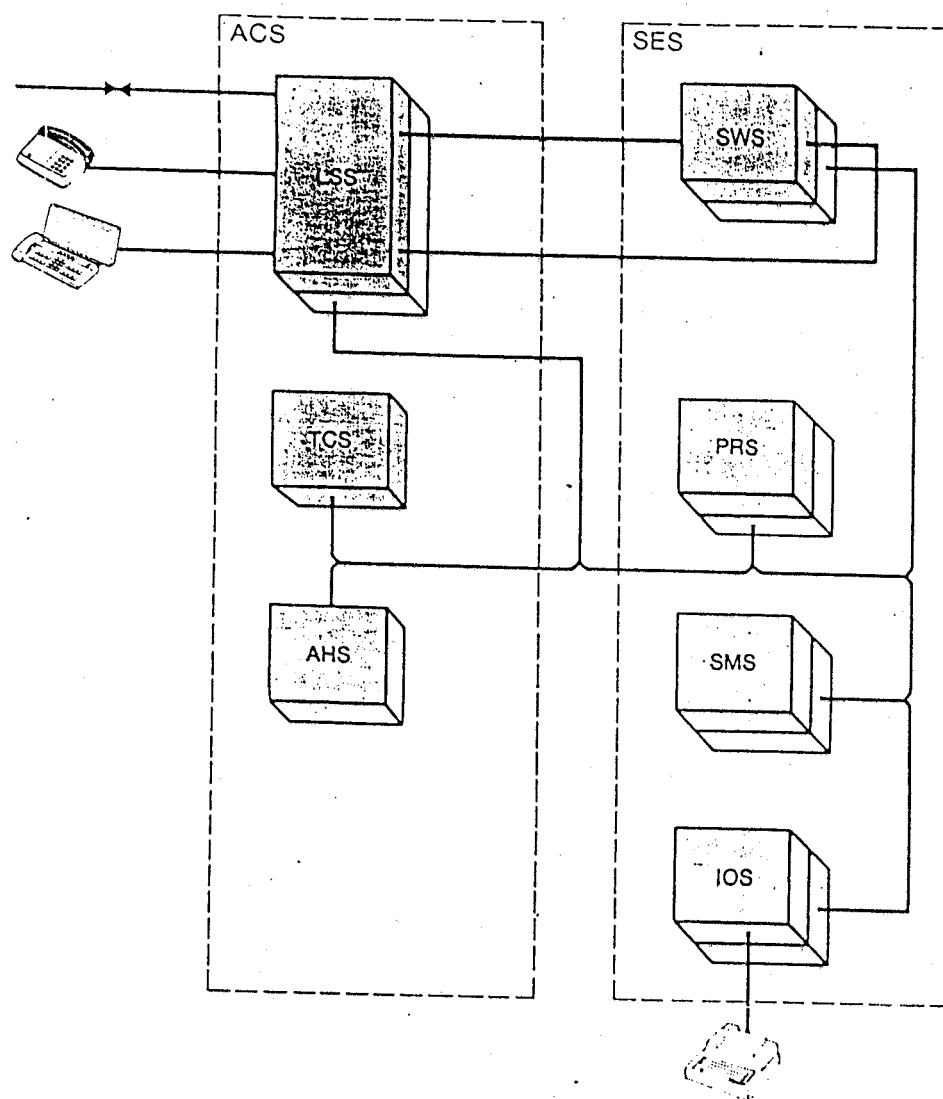
³¹⁾ Rolf Morlinger, MD 110 - a Digital SPC PABX, ERICSSON REVIEW, No. 1, 1982 p.3

Tone sender berfungsi untuk mengirimkan tone ke subscriber seperti dial tone, busy tone dan sebagainya, sedangkan tone receiver berfungsi untuk memproses tone (DTMF) yang diterima dari subscriber. Penyambungan ke sentral telepon umum atau PABX lainnya yang masih analog dilakukan melalui analogue trunk circuits dan penyambungan ke PABX digital yang lain melalui digital trunk circuits. Untuk penyambungan antar MD-110 digunakan group switch junctors. Sedangkan I/O terminal interfaces digunakan untuk penyambungan peralatan operation and maintenance yang berfungsi untuk menangani man-machine communication, yaitu hubungan antara manusia dengan PABX. Seluruh aktivitas dalam PABX dikendalikan oleh control system. Sedangkan proses penyambungan yang diinginkan dilakukan dengan digital suitcing yang dibentuk oleh time-switch dan space-switch.

Secara umum PABX type MD-110 Ericsson terbagi dalam dua bagian utama yaitu : Line Interface Module (LIM) dan Group Switch (GS). LIM merupakan suatu PABX dengan kapasitas maksimum 200 pesawat cabang. Untuk pengembangan melebihi kapasitas 400 pesawat cabang (2 LIM) diperlukan GS yang berfungsi untuk interkoneksi antar LIM.

Setiap LIM terdiri atas Audio Communication System (ACS) dan Service System (SES). Sedangkan tiap system tersusun dari beberapa sub-system seperti ditunjukkan pada gambar 4-4. Audio Communication System adalah merupakan





GAMBAR 4-4 ³²⁾

STRUKTUR FUNGSIONAL DARI DIGITAL PABX TYPE MD-110 ERICSSON
YANG DIGUNAKAN PADA RUMAH SAKIT PERTAMINA BALIKPAPAN

³²⁾ Ibid. p.7

suatu system yang dapat memungkinkan terselenggaranya suatu hubungan pembicaraan antara subscriber didalam LIM itu sendiri, maupun antara subscriber dalam sentral dengan sentral telepon lainnya. Sedangkan Servive System berfungsi sebagai penyesuai sistem komunikasi yang berbeda pada Audio Communication System, dan berisi peralatan yang diperlukan untuk pengoperasian sistem terhadap peralatan diluar sistem itu sendiri.

4.5 SISTEM TRANSMISI

Sistem transimisi merupakan salah satu bagian yang sangat penting pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan untuk mengadakan pertukaran informasi antar bagian/kantor atau antara pusat wilayah kerja Balikpapan dengan lapangan-lapangan operasi dan kota-kota yang merupakan depot-depot pemasaran yang umumnya letaknya cukup berjauhan.

Jenis sarana yang digunakan terdiri dari sistem transmisi terrestrial meliputi VHF&UHF/FM Radio Multikanal (analog), UHF/PCM-PSK Radio Multikanal (digital), VHF&UHF/FM Radio Mobile & Handy Talky, VHF&UHF/FM Single channel Radio (trough dialling system) dan HF/SSB Transceiver dan sistem transmisi melalui satelit (Sistem Komunikasi Satelit) dengan menggunakan Stasion Bumi Kecil

(SBK). Penggunaan tiap jenis sarana diatas berkaitan erat dengan jenis kegiatan operasi yang dilayani.

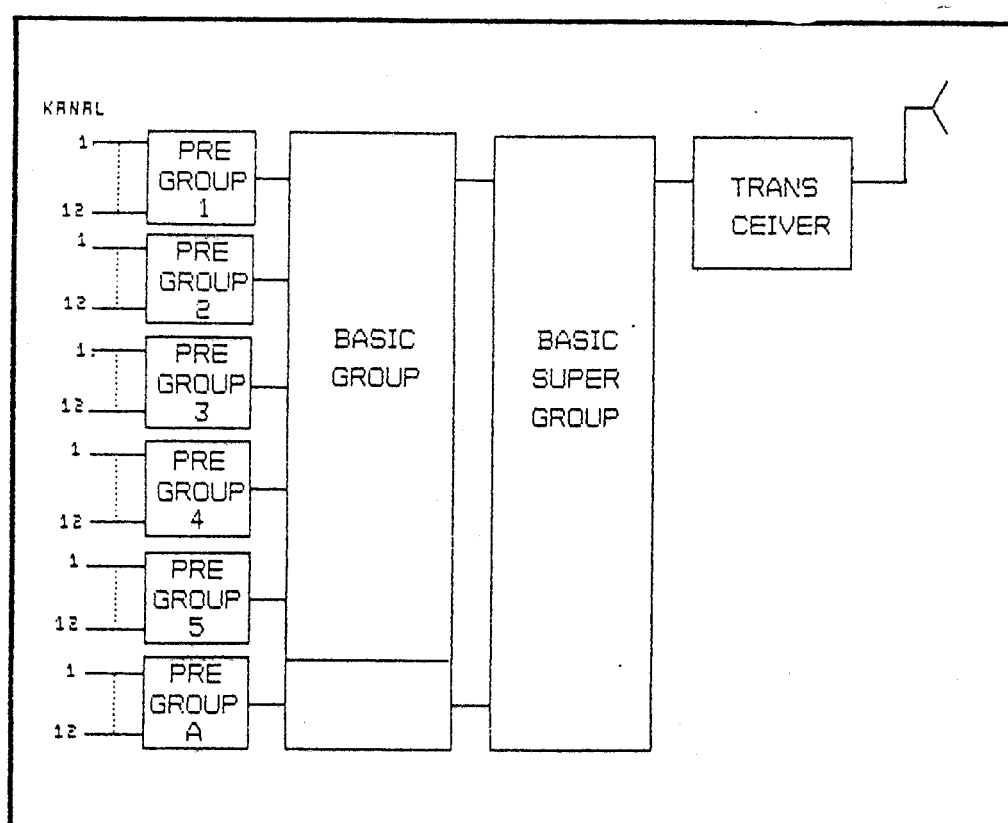
4.5.1 VHF&UHF/FM RADIO MULTIKANAL

VHF&UHF/FM Radio Multikanal adalah merupakan sistem transmisi analog yang digunakan sebagai penghubung trunk line antara PABX yang ada di Balikpapan dengan PABX yang ada di lapangan-lapangan operasi yang secara geografis letaknya cukup jauh. Juga sebagai saluran nomor sambungan (subscriber) PABX Balikpapan yang ditempatkan di lapangan-lapangan operasi yang disebut long distance subscriber (LDS), hot-line (voice) dan saluran data dengan kecepatan (bit rate) 1200 BPS dan 2400 BPS serta saluran telex point to point dengan kecepatan 50 bauds antara Balikpapan dan lapangan-lapangan operasi.

Mengingat lokasi yang dihubungkan umumnya berjarak diatas 50 km, maka pada propagasi line of sight digunakan beberapa stasion pengulang (repeater). Sebagai contoh antara Balikpapan dengan Sangatta (salah satu lapangan operasi) yang berjarak lebih kurang 200 km digunakan 4 stasion repeater (with drops and inserts) masing-masing terletak di Samboja, Gn. Palaran, Muara Badak dan Bontang.

Terdapat beberapa Merk dan type dari peralatan yang digunakan, akan tetapi secara umum mempunyai prinsip dasar

yang sama. Gambar 4-5 merupakan diagram blok dasar dari salah satu jenis peralatan VHF,UHF/FM Radio Multikanal yang dipakai yaitu type FM 72/300 buatan (merk) Siemens, baik sebagai terminal station maupun sebagai repeater station, digunakan untuk hubungan antara Balikpapan dengan lapangan-lapangan operasi antara lain Samboja, Muara Badak, Bontang, Sanga-sanga, Sangatta, Bunyu dan Tarakan.



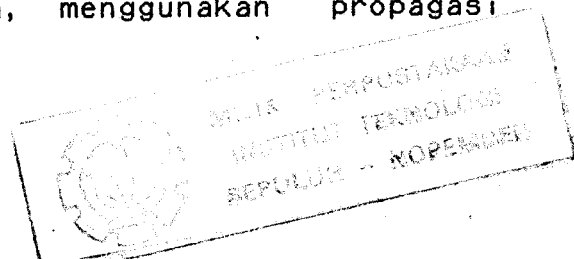
GAMBAR 4-5 33)

DIAGRAM BLOK DASAR MULTI KANAL RADIO TYPE FM 72/300 MERK
SIEMENS YANG DIGUNAKAN PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI
PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN

33) FM 72/300 Instruction Manual, Siemens

Peralatan multiplex terminal yang digunakan terdiri dari 3 bagian utama yaitu : pregroup, basic group dan basic super group dengan menggunakan sistem modulasi bertingkat dari frequency division multiplexing (FDM). Proses modulasi pada tingkat pertama terjadi pada pregroup yang menghasilkan spektrum frekwensi 60 - 108 KHz yang berisi 12 kanal. Proses modulasi tingkat berikutnya pada basic group menghasilkan spektrum frekwensi 312 - 552 KHz yang berisi 60 kanal. Disamping itu satu pregroup tambahan (pregroup A) dimodulasikan dengan subcarrier 120 KHz, menghasilkan frekwensi spektrum 12 - 60 KHz. Pada proses modulasi tingkat terakhir frekwensi spektrum dari basic group 312 - 552 KHz memodulir subcarrier 612 KHz dan menghasilkan spektrum frekwensi 60 - 300 KHz yang kemudian digabung dengan frekwensi spektrum pregroup A yang menghasilkan base-band dengan frekwensi spektrum 12 - 300 KHz sebagai keluaran dari multiplex terminal yang menjadi masukan pada transmitter untuk diproses dengan modulasi frekwensi, kemudian di pancarkan setelah mengalami penguatan dan multiplikasi frekwensi ke suatu harga tertentu. Bersama-sama dengan sinyal informasi, juga dikirimkan signalling dari tiap-tiap kanal. Pada arah terima terjadi proses kebalikannya.

Khusus sistem telekomunikasi yang menghubungkan lapangan minyak Sangatta dan lapangan minyak Bunyu yang berjarak lebih kurang 350 Km, menggunakan propagasi



troposcatter dengan space & frekwensi diversity dan rf power output masing-masing pemancar sebesar 1 KW.

Tabel 4-1 merupakan daftar hubungan, type/merk dan kapasitas serta jenis pelayanan jasa yang diberikan oleh VHF & UHF/FM Radio Multikanal yang digunakan pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan.

TABEL 4-1
VHF & UHF / FM RADIO MULTIKANAL YANG DIGUNAKAN PADA
JARINGAN TELEKOMUNIKASI PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN

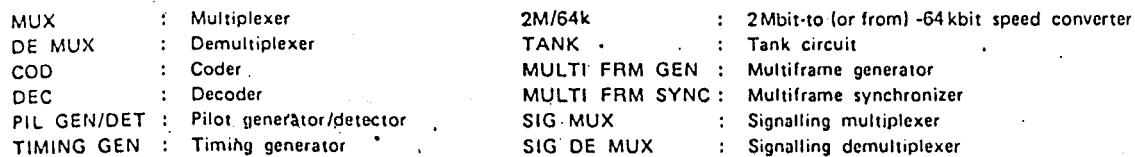
NO. : HUBUNGAN ANTARA LOKASI/STASION : TYPE / MEREK RADIO : KAPASITAS : JENIS PELAYANAN JASA

01. : BALIKPAPAN	- GN. SAHARI	: FM 24/400 / SIEMENS	: 24 KANAL	: VOICE, DATA, TELEX, FAX
02. : BALIKPAPAN	- MANGGAR	: NTF 158 / J.R.C	: 5 KANAL	: VOICE
03. : BALIKPAPAN	- SEPINGGAN	: NTF 157 / J.R.C	: 24 KANAL	: VOICE
04. : BALIKPAPAN	- SAMBOJA	: FM 72/300 / SIEMENS	: 72 KANAL	: VOICE, DATA, TELEX
05. : SAMBOJA	- GN. PALARAN	: FM 72/300 / SIEMENS	: 72 KANAL	: VOICE, DATA, TELEX
06. : GN. PALARAN	- MA. BADAQ	: FM 72/300 / SIEMENS	: 72 KANAL	: VOICE, DATA, TELEX
07. : GN. PALARAN	- SANGA-SANGA	: NTF 158 / J.R.C	: 5 KANAL	: VOICE, TELEX
08. : MA. BADAQ	- BONTANG	: FM 72/300 / SIEMENS	: 60 KANAL	: VOICE, DATA, TELEX
09. : MA. BADAQ	- BONTANG	: FM 72/300 / SIEMENS	: 60 KANAL	: VOICE, DATA, TELEX
10. : MA. BADAQ	- SALIKI	: NTF 158 / J.R.C	: 5 KANAL	: VOICE
11. : BONTANG	- PUPUK KALTIM	: A.R.E	: 12 KANAL	: VOICE, TELEX
12. : BONTANG	- SANGATTA	: FM 72/300 / SIEMENS	: 24 KANAL	: VOICE, DATA, TELEX
13. : BONTANG	- SANGATTA	: FM 24/400 / SIEMENS	: 24 KANAL	: VOICE, DATA, TELEX
14. : SANGATTA	- BUNYU	: NTF 162 / J.R.C	: 24 KANAL	: VOICE, DATA, TELEX
15. : BUNYU	- TARAKAN	: FM 24/400 / SIEMENS	: 24 KANAL	: VOICE, TELEX

4.5.2 UHF/PCM-PSK RADIO MULTIKANAL

UHF/PCM-PSK Radio Multikanal merupakan sistem transmisi digital yang digunakan pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan dan direncanakan secara bertahap menggantikan fungsi seluruh peralatan VHF&UHF/FM Radio Multikanal (analog) yang ada. Hal ini didasarkan atas pertimbangan adanya kecenderungan peningkatan kebutuhan akan pelayanan jasa telekomunikasi baik kualitas maupun kuantitas serta mengingat pula bahwa VHF&UHF Radio Multikanal yang ada telah beroperasi sejak tahun 1975.

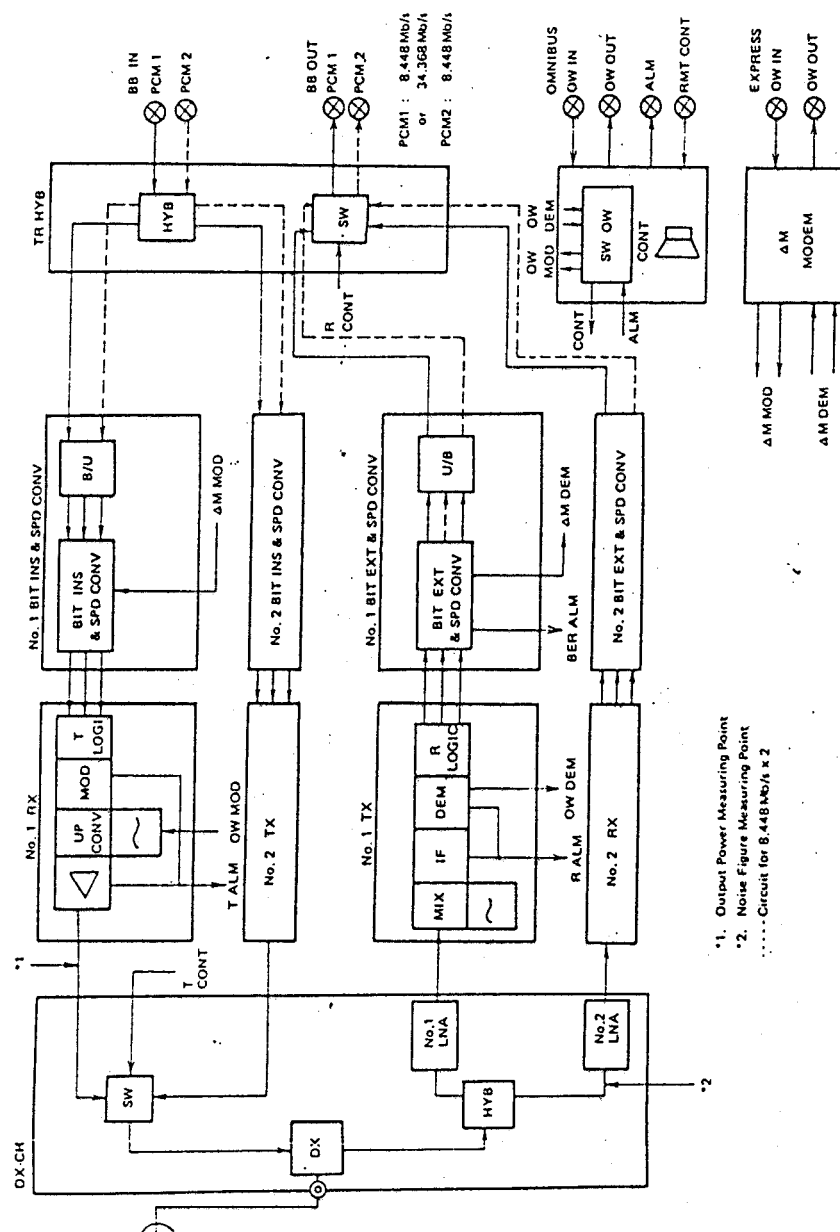
Struktur frame dari sistem multiplexer (TDM) yang digunakan adalah mengikuti sistem PCM-30. Dengan demikian untuk kapasitas diatas 30 kanal, disamping menggunakan multiplexer order pertama juga digunakan multiplexer order kedua. Gambar 4-6 merupakan diagram blok dari multiplex terminal type JUJ-5A JRC. Sedangkan gambar 4-7 menunjukkan diagram blok radio digital JUK-204 yang digunakan. Multiplex terminal berisi 5 unit channel translator unit (CH TR UNIT), dan masing-masing terdiri dari sampler, multiplexer tahap pertama dan coder untuk 5 kanal. Keluaran dari kelima unit CH TR UNIT tersebut diteruskan ke multiplexer tahap kedua pada Pre-Group Sending Unit (PG S UNIT). Sebelum keluar dari multiplex terminal kode biner yang dihasilkan dirubah menjadi sinyal pseudoternary (HDB-3) oleh HDB-3 COD. Signalling tiap kanal dikirim menggunakan



GAMBAR 4-6 34)

DIAGRAM BLOK PCM-30 VF MULTIPLEX EQUIPMENT JUJ-5A JRC
YANG DIGUNAKAN PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI
PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN

34), 30 - Channel PCM Multiplex Terminal Equipment, JJJ-5A Catalogue No. Y11-53, JRC



GAMBAR 4-7 35)

DIAGRAM BLOK RADIO DIGITAL JUK-204 JRC YANG DIGUNAKAN
PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN

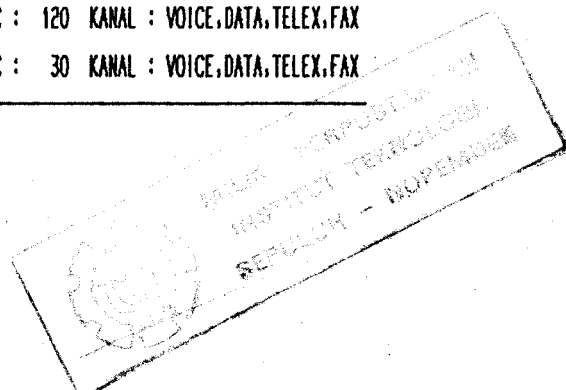
35) , 2.0 GHz/7.5 GHz - Band 8/17/34 Mb/s Digital Multiplex Radio Relay Equipment, PCM-PSK JUK-200 Series, Catalogue No. Y11-64, JRC

kanal dikirim menggunakan signalling sending unit (SIG S UNIT) setelah terlebih dahulu ke 30 signalling tersebut dimultiplex. Dari multiplex terminal sinyal diteruskan ke transmitter untuk proses modulasi PSK, dan kemudian di pancarkan dengan level output dan frekwensi yang telah ditentukan. Pada arah terima merupakan kebalikan proses diatas. Seluruh proses berlangsung dengan menggunakan pewaktu (clock) yang sama dari timing generator (TIMING GEN).

Pada tabel 4-2 dimuat hubungan, type dan merk peralatan, kapasitas serta jenis pelayanan (servis) digital radio yang digunakan pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan.

TABEL 4-2
UHF/PCN-PSK RADIO MULTIKANAL YANG DIGUNAKAN
PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI DAERAH KALIMANTAN

NO. : HUBUNGAN ANTARA LOKASI/STASION : TYPE/MERK RADIO : KAPASITAS : JENIS PELAYANAN JASA				
01. : BALIKPAPAN	- SAMBOJA	: JUK 204 / J.R.C :	120	KANAL : VOICE, DATA, TELEX, FAX
02. : PANCUR/BPP	- HUFFCO GN. BAKARAN	: JUK 104 / J.R.C :	30	KANAL : VOICE, DATA, TELEX, FAX
03. : PANCUR/BPP	- KANTOR HUFFCO BPP	: JUK 204 / J.R.C :	120	KANAL : VOICE, DATA, TELEX, FAX
04. : SAMBOJA	- PANAGUAN	: JUK 204 / J.R.C :	120	KANAL : VOICE, DATA, TELEX, FAX
05. : PANAGUAN	- NILAM	: JUK 204 / J.R.C :	120	KANAL : VOICE, DATA, TELEX, FAX
06. : NILAM	- MA. BADAK	: JUK 204 / J.R.C :	120	KANAL : VOICE, DATA, TELEX, FAX
07. : MA. BADAK	- TG. SANTAN	: JUK 104 / J.R.C :	30	KANAL : VOICE, DATA, TELEX, FAX



4.5.3 VHF&UHF/FM RADIO MOBILE DAN HANDY TALKY

VHF&UHF/FM Radio Mobile dan Handy Talky digunakan pada daerah pengilangan di Balikpapan dalam menunjang kegiatan operasi pengolahan minyak serta pemeliharaan kilang, untuk kegiatan pencarian lokasi sumber minyak dan gas bumi (survey/seismic) di hutan-hutan. Dapat digunakan untuk hubungan point to point dan point to multi point baik dengan menggunakan repeater maupun tanpa repeater.

4.5.4 VHF,UHF/FM SINGLE CHANNEL RADIO (THROUGH DIALLING)

VHF,UHF/FM Single Channel Radio digunakan untuk pemakai sambungan telepon yang terletak jauh dari sentral telepon otomatis (PABX). Atau dikarenakan alasan teknis tidak dimungkinkan menggunakan saluran biasa (kabel). Umumnya digunakan pada lokasi kegiatan yang berada disekitar Balikpapan maupun di lapangan-lapangan operasi. Ada beberapa jenis peralatan yang digunakan, akan tetapi secara umum mempunyai prinsip dasar yang sama.

4.5.5 HF/SSB RADIO TRANSCEIVER

HF/SSB Radio Transceiver digunakan untuk hubungan point to point maupun point to multi point antara pusat

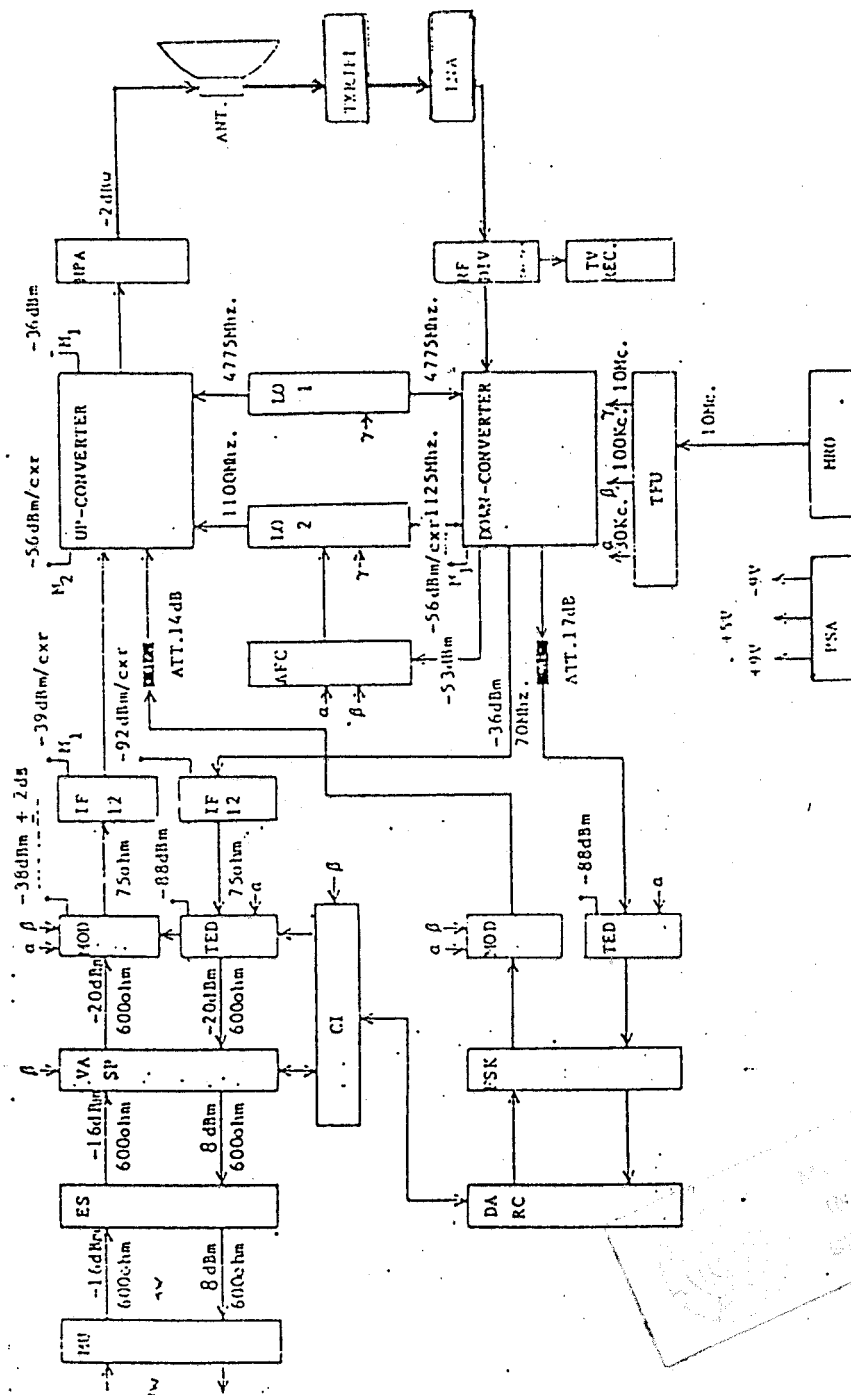
wilayah (Balikpapan) ke/ dari lokasi survey/seismic dan eksplorasi/produksi, antar lokasi survey serta pusat wilayah ke/dari depot-depot pemasaran seperti Samarinda, Tarakan, Banjarmasin, Pontianak serta beberapa kota-kota lainnya.

4.5.6 SISTEM TRANSMISI MELALUI SATELIT

Sistem transmisi melalui satelit menggunakan Stasion Bumi Kecil (SBK) sebagai ruas bumi, digunakan untuk menghubungkan Balikpapan sebagai pusat wilayah dengan lapangan minyak Tanjung yang memiliki tingkat kegiatan yang cukup tinggi serta letaknya yang sangat jauh dari pusat wilayah Balikpapan (lebih kurang 450 Km) dimana sebelumnya tidak terdapat sarana/jaringan telekomunikasi Perumtel yang memadai antara kedua lokasi tersebut.

SBK yang digunakan mempunyai kapasitas maximum 12 kanal, bekerja dengan sistem PA-SCPC (Permanent Assigned - Single Channel Per Carrier). Gambar 4-8 merupakan diagram blok dasar stasion bumi yang digunakan.

Pada arah kirim sinyal informasi di modulasi secara FM pada Modulator (MOD). Kemudian melalui summer (IF) bersama sama dengan sinyal dari MOD lainnya, frekwensi sinyal dirobah pada up-converter (U/C) dengan jalan mencampur (mixing) dengan sinyal yang berasal dari LO 2



Gambar 1.1. Block Diagram Stasiun Bumi Kecil.

GAMBAR 4-8 36)

DIAGRAM BLOK STASIUN BUMI KECIL (SBK) LEN YANG DIGUNAKAN
UNTUK HUBUNGAN BALIKPAPAN DAN LAPANGAN MINYAK TANJUNG

36) , Sistem operasi dan perawatan Stasiun Bumi Kecil (SBK), LEN

(1100 MHz) dan dari LO1 (4775 MHz). Dari hasil pencampuran tersebut dihasilkan sinyal dengan frekwensi yang telah ditetapkan (5925 - 6425 GHz) dan oleh High Power Amplifier (HPA) diperkuat ke level yang telah ditetapkan, untuk kemudian diteruskan ke Antenna parabola untuk dipancarkan ke satelit.

Pada arah terima sinyal dari satelit (3700 - 4200 GHz) yang diterima melalui antenna parabola, diperkuat pada low noise amplifier (LNA). Pada down converter (D/C) frekwensi sinyal dari LNA tadi dirobah ke frekwensi IF untuk tiap kanal dengan jalan mencampur (mixing) dengan frekwensi 4775 MHz dari LO 1 dan 1125 MHz dari LO 2. Dan melalui divider (IF), sinyal diproses pada TED dan VASP untuk memperoleh kembali sinyal informasi yang dikirim.

4.6 SIRKIT SEWA (LEASED CHANNEL)

Disamping jaringan telekomunikasi yang dibangun dan dikelola sendiri oleh Pertamina Daerah Kalimantan, masih ada jaringan telekomunikasi lainnya (jaringan PERUMTEL) berupa sirkuit sewa (leased channel) yang juga turut menunjang kegiatan operasi di Pertamina Daerah Kalimantan.

Penggunaan sirkuit sewa ini ditekankan pada lokasi yang telah tersedia jaringan Perumtel. Salah satu contoh penggunaan sirkuit sewa (untuk jenis pelayanan data, facsi-

mile, telex disamping suara) adalah antara Kantor Pusat Pertamina di Jakarta dengan Kantor Pusat Pertamina Daerah Kalimantan di Balikpapan.

Juga terdapat beberapa nomor sambungan sentral telepon dan sentral telex Perumtel Balikpapan yang digunakan untuk menunjang kegiatan operasi di Pertamina Daerah Kalimantan dalam hubungannya dengan instansi terkait.

4.7 KEMAMPUAN PELAYANAN JARINGAN

Dari uraian yang diberikan tentang jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan, pada tabel 4-3 dibawah ini ditunjukkan daftar seluruh sarana telekomunikasi yang digunakan. Secara umum dapat dikatakan bahwa jaringan telekomunikasi yang ada adalah merupakan jaringan teleponi. Keberadaan jenis pelayanan lain (data, telex dan facsimile) hanya merupakan sisipan atau ditumpangkan pada jaringan teleponi yang ada. Sebagai contoh hubungan telex antara pusat wilayah dan lapangan-lapangan operasi menggunakan kanal suara secara point to point, dimana pada kedua ujung sirkuit suara tersebut ditempatkan peralatan voice frekwensi telegrafi (VFTG), yang berfungsi merubah sinyal telex ke sinyal yang dapat dikirim melalui kanal suara dan sebaliknya seperti pada gambar 4-9. Kerugian pada sistem ini yaitu kanal tetap diduduki walaupun tidak ada informa-

TABEL 4-3
JENIS DAN JUMLAH SARANA TELEKOMUNIKASI YANG DIGUNAKAN
DAN YANG DIKELOLA LANGSUNG OLEH PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN

NO. :	NAMA DAN JENIS PERALATAN :	TYPE / MERK :	BANYAKNYA :	KAPASITAS TIAP UNIT :
01. :	VHF/UHF/FM RADIO MULTIKANAL	: 72/300 SIEMENS	: 12 UNIT	: 72 KANAL
02. :	UHF/FM RADIO MULTIKANAL	: 24/400 SIEMENS	: 8 UNIT	: 24 KANAL
03. :	UHF/FM RADIO MULTIKANAL	: NTF-157 J.R.C	: 4 UNIT	: 24 KANAL
04. :	UHF/FM RADIO MULTIKANAL	: NTF-158 J.R.C	: 6 UNIT	: 6 KANAL
05. :	UHF/FM RADIO MULTIKANAL	: NTF-162 J.R.C	: 4 UNIT	: 24 KANAL
06. :	UHF/PCM-PSK RADIO MULTIKANAL	: JUK-204 J.R.C	: 10 UNIT	: 120 KANAL
07. :	UHF/PCM-PSK RADIO MULTIKANAL	: JUK-104 J.R.C	: 4 UNIT	: 30 KANAL
08. :	UHF/FM RADIO MULTIKANAL	: A.R.E	: 2 UNIT	: 24 KANAL
09. :	VHF/FM RADIO KANAL TUNGGAL	: JHV-283 J.R.C	: 6 UNIT	: 1 KANAL
10. :	UHF/FM RADIO KANAL TUNGGAL	: JHV-487 J.R.C	: 4 UNIT	: 1 KANAL
11. :	RADIO BASE/REPEATER	: MOTOROLA	: 5 UNIT	: 1 KANAL
12. :	RADIO MOBILE	: MOTOROLA	: 30 UNIT	: 4 KANAL
13. :	RADIO HANDY TALKY	: MOTOROLA	: 30 UNIT	: 4 KANAL
14. :	RADIO BASE/REPEATER	: PACECOM	: 7 UNIT	: 1 KANAL
15. :	RADIO MOBILE	: PACECOM	: 50 UNIT	: 6 KANAL
16. :	RADIO HANDY TALKY	: PACECOM	: 200 UNIT	: 6 KANAL
17. :	HF/SSB RADIO TRANSCEIVER	: STONER	: 50 UNIT	: 4 KANAL
18. :	HF/SSB RADIO TRANSCEIVER	: RACAL	: 20 UNIT	: 4 KANAL
19. :	HF/SSB RADIO TRANSCEIVER	: JSB-51 J.R.C	: 15 UNIT	: 4 KANAL
20. :	SENTRAL TELEPON	: ARM 201 ERICSSON	: 1 UNIT	: 500 S.S
21. :	SENTRAL TELEPON (PABX)	: ARD 561 ERICSSON	: 3 UNIT	: 270 S.S
22. :	SENTRAL TELEPON (PABX)	: AKD 791 ERICSSON	: 2 UNIT	: 1800 S.S
23. :	SENTRAL TELEPON (PABX)	: MD 110 ERICSSON	: 1 UNIT	: 100 S.S
24. :	TELEPRINTER MACHINE	: T 100 SIEMENS	: 32 UNIT	:
25. :	TELEPRINTER MACHINE	: T 1000 SIEMENS	: 10 UNIT	:
26. :	TELEPRINTER MACHINE	: M.K.N	: 10 UNIT	:
27. :	FACSIMILE TERMINAL	:	: 3 UNIT	:
28. :	STASION BUMI KECIL	: LEN - LIPI	: 1 UNIT	: 12 KANAL

si yang dikirim, disamping itu hubungan terbatas pada satu lawan saja. Demikian halnya hubungan data, dan facsimile.



GAMBAR 4-9

MODEL SISTEM HUBUNGAN TELEX POINT TO POINT YANG DIGUNAKAN ANTARA BALIKPAPAN DAN LAPANGAN-LAPANGAN OPERASI

Salah satu investasi yang sangat besar dari suatu jaringan telekomunikasi terletak pada sistem saluran/transmisi, maka salah satu keuntungan yang nyata adalah apabila suatu saluran dapat digunakan secara bersama-sama atau bergantian guna menyalurkan berbagai jenis pelayanan. Konsep jaringan digital untuk pelayanan terpadu (ISDN) merupakan pilihan untuk dapat memanfaatkan keuntungan tersebut pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan. Disamping itu ISDN adalah merupakan telekomunikasi masa depan yang secara lambat laun pasti memasuki sistem peratelekomunikasian di Indonesia. Pada bab berikut ini akan dibahas tentang implementasi konsep ISDN pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan.

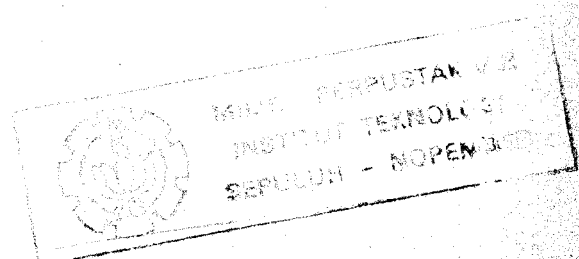
IMPLEMENTASI KONSEP ISDN PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN

5.1 U M U M

Mengingat bahwa ISDN secara praktis baru berkembang didunia, sehingga didalam merencanakan penerapannya pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan diperlukan suatu konsep perencanaan yang baik dan teliti agar investasi (yang relative besar) yang di dibutuhkan dalam penerapannya mencapai sasaran yang diinginkan dalam menunjang kegiatan operasi perminyakan.

Ada beberapa faktor pendorong yang dinilai positif dalam merencanakan implementasi konsep ISDN pada jaringan Pertamina Daerah Kalimantan yaitu :

- a. Rencana peningkatan dan pengembangan sistem jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan adalah merupakan bagian dari rencana induk peningkatan dan pengembangan jaringan Telekomunikasi Pertamina secara keseluruhan dengan sasaran pokok digitalisasi seluruh jaringan utama yang ada secara bertahap.
- b. Adanya kecenderungan peningkatan kebutuhan akan jenis



pelayanan jasa telekomunikasi nonsuara terutama data sesuai tuntutan manajemen.

- c. ISDN merupakan suatu sistem komunikasi masa depan yang sudah mulai diterapkan di beberapa negara maju. Sehingga dalam menghadapi perkembangan sistem komunikasi menuju ISDN, seyogyanya jaringan telekomunikasi yang direncanakan dipersiapkan agar nantinya mudah disesuaikan dengan arah perkembangan teknologi tersebut.
- d. Adanya rencana jangka panjang Perumtel menuju penerapan ISDN di Indonesia ditandai dengan telah dimulainya digitalisasi jaringan secara bertahap untuk menuju jaringan digital terpadu yang direncanakan terealisasi sebelum tahun 2010³⁸⁾. Juga telah dipersiapkan uji coba penerapan ISDN di beberapa tempat di Jakarta berupa penyempurnaan sentral EWSD di Slipi dan Cengkareng menjadi ISDN³⁹⁾.

Seperti telah dijelaskan pada bagian pendahuluan, bahwa setiap perencanaan jaringan telekomunikasi Pertamina selalu diselaraskan dengan jaringan Perumtel yang sudah ada maupun yang masih dalam perencanaan, dengan maksud agar tidak timbul kesan tumpang tindih dalam pembangunan telekomunikasi di Indonesia. Dengan demikian pada daerah

38) Arifin Nugroho, V Wiryan I, Wahid Nurhasan, Teha Tearalangi, Remedi Paranginangin, John Welly, Jaringan Digital untuk Pelayanan Terpadu (JDPT) dalam rangka Pembangunan Jangka Panjang Telekomunikasi di Indonesia, Makalah pada Seminar ISDN, Jakarta, 5 Oktober 1989, hal.12.

39) Saleh Gunawan Ir., Pilot Project ISDN di Indonesia, Makalah dalam Seminar JDPT I, Bandung, Januari 1985, hal.128.

dimana terdapat jaringan Perumtel, maka Pertamina akan menggunakan jaringan tersebut sesuai dengan kebutuhan.

Demikian pula dalam merencanakan implementasi konsep ISDN pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan, akan mengikut sertakan jaringan Perumtel yang ada (sirkuit sewa). Seperti sistem transmisi terestrial (digital) Perumtel antara Balikpapan dan Banjarmasin yang melalui Tanjung, dapat digunakan menghubungkan sentral telepon yang ada di lapangan minyak Tanjung dengan sentral telepon di Balikpapan.

Dengan demikian untuk mengimplementasikan konsep ISDN pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan perlu dikaji tentang sistem jaringan yang ada maupun yang akan ada sebagai bahan acuan dalam tahap studi pendahuluan.

5.2 STUDI PENDAHULUAN

Pada tahap studi pendahuluan ini perlu diadakan pengkajian secara teoritis untuk memperoleh bahan masukkan penyusunan konsep perencanaan suatu model ISDN yang sesuai, yang dijadikan pedoman penerapan atau implementasinya pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan sesuai dengan kebutuhan. Beberapa aktivitas yang perlu dilakukan pada tahap ini antara lain :

- a. Studi literatur tentang segala aspek yang relevan dengan ISDN, terutama standard-standard yang ada sesuai rekomendasi CCITT. Juga pengetahuan tentang implementasinya di negara-negara lain.
- b. Analisa atau perkiraan jenis dan jumlah kebutuhan pelayanan pada ISDN yang akan diterapkan.
- c. Analisa jaringan telekomunikasi yang ada meliputi jaringan lokal, sistem switching, sistem transmisi dan terminal yang ada apakah masih ada yang dapat digunakan untuk menunjang implementasi ISDN.
- d. Analisa interworking dengan jaringan yang sudah ada selama masa transisi.

Dari aktivitas-aktivitas yang dilakukan pada tahap pendahuluan ini diharapkan akan didapat hasil :

- a. Diperoleh pengetahuan yang diperlukan untuk perencanaan ISDN serta dapat memperkirakan kendala-kendala yang mungkin timbul saat penerapannya untuk kemudian dikaji cara untuk mengeliminir kendala-kendala tersebut.
- b. Diperoleh perkiraan jenis dan jumlah pelayanan suara dan non suara yang didasarkan pada kondisi yang ada saat ini seperti telah diuraikan pada bab sebelumnya serta dikaitkan pula dengan rencana operasi perminyakan di Pertamina Daerah Kalimantan pada waktu mendatang.

- c. Sebahagian besar jaringan lokal yang ada baru mengalami penggantian. Sebagai acuan, hasil pengukuran yang dilakukan oleh Perumtel di beberapa kota besar, kabel dengan ukuran yang sama seperti yang digunakan Pertamina Daerah Kalimantan (0,6 mm) jarak maksimum yang dapat dicapai tanpa repeater adalah 8 km pada bit rate 144 KBPS ⁴⁰⁾. Sedangkan sistem switching digital dan sistem transmisi digital yang ada masih dapat digunakan.
- d. Interworking diperlukan terutama terhadap jaringan Perumtel (teleponi, telex dan data).

Dari hasil-hasil yang diperoleh pada tahap ini, selanjutnya dipersiapkan suatu konsep perencanaan yang sesuai kebutuhan seperti pada pembahasan berikut ini.

5.3 KONSEP PERENCANAAN

Rekomendasi CCITT nomor G.705 menyatakan bahwa ISDN akan dikembangkan dari IDN (Integrated Digital Network) teleponi. Oleh karena itu langkah awal yang harus ditempuh jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan menuju ISDN adalah terbentuknya suatu jaringan digital terpadu (IDN). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa konsep perencanaan penerapan ISDN adalah merupakan kelanjutan dari

⁴⁰⁾ Arifin Nugroho, op.cit., hal.14.

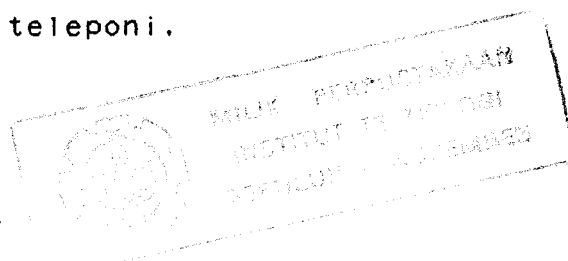
konsep perencanaan IDN. Dengan perkataan lain bahwa apabila konsep perencanaan penerapan jaringan digital terpadu (IDN) telah terwujud maka konsep perencanaan penerapan ISDN adalah merupakan langkah berikutnya.

5.3.1 PERENCANAAN JARINGAN DIGITAL TERPADU

Langkah awal untuk mewujudkan jaringan digital terpadu pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan adalah mempersiapkan suatu perencanaan jaringan yang meliputi beberapa sub-sistem antara lain : perencanaan struktur jaringan, perencanaan sistem switching, perencanaan sistem transmisi, perencanaan sinkronisasi, perencanaan pensinyalan dan perencanaan sistem penomoran yang secara umum akan dijelaskan pada bagian berikut ini.

5.3.1.1 PERENCANAAN STRUKTUR JARINGAN

Seperti telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa pelayanan jasa teleponi pada umumnya mempunyai daerah liputan yang merata disuatu negara dan diperkirakan masih akan tetap mendominasi semua jenis pelayanan jasa telekomunikasi yang ada pada masa yang akan datang. Oleh karena itu struktur jaringan yang digunakan dalam ISDN adalah mengikuti struktur IDN teleponi.

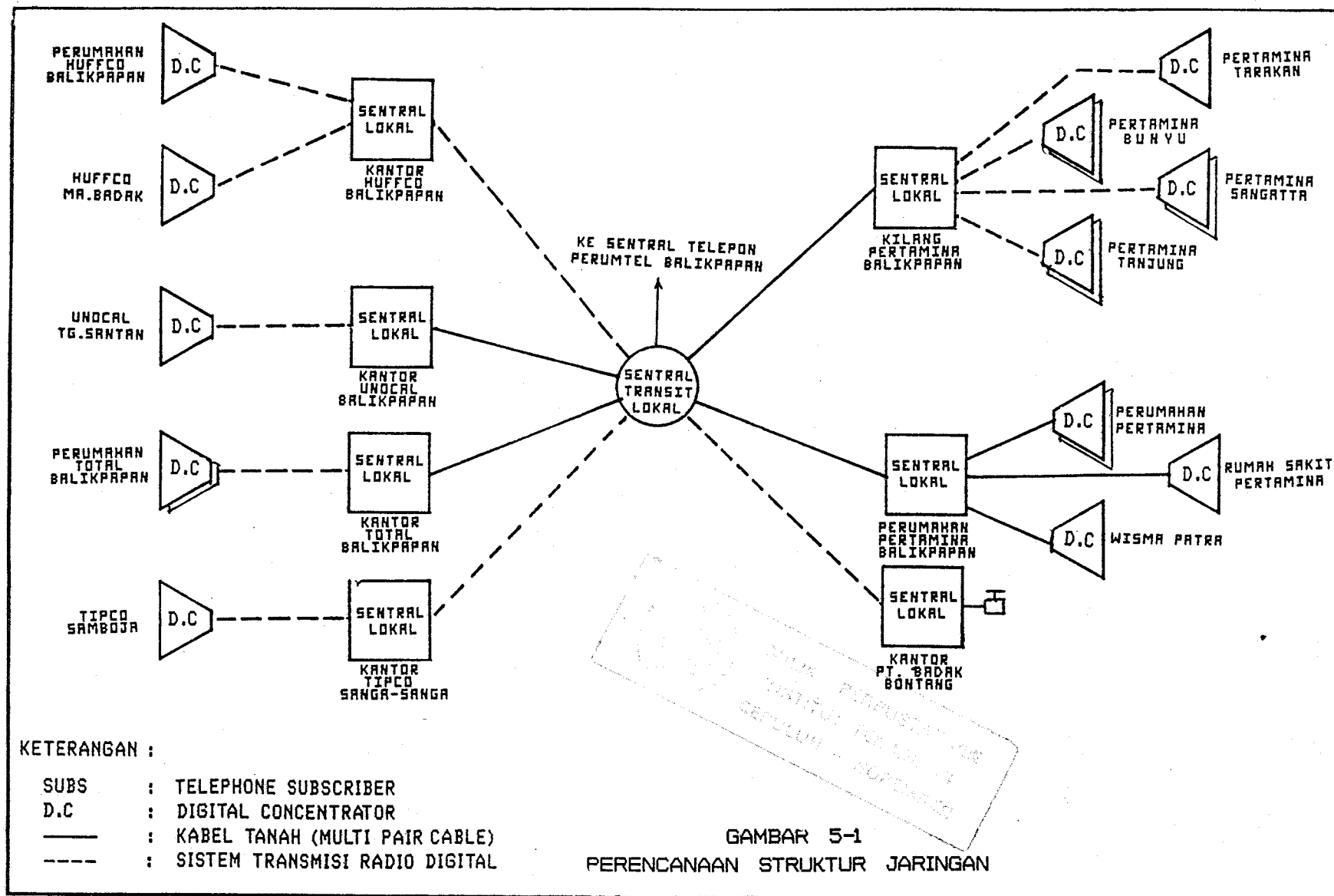


Dengan berpedoman pada penjelasan tersebut diatas maka konsep struktur jaringan digital terpadu (IDN) pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan direncanakan seperti gambar 5-1, yaitu dengan menggunakan methoda jaringan bintang (star network) yang didasarkan kepada kondisi jaringan lokal yang ada saat ini.

5.3.1.2 PERENCANAAN SISTEM SWITCHING

Dari struktur jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan yang ada saat ini (Gambar 4-1) terlihat bahwa sebahagian besar sentral telepon yang digunakan masih berupa sentral telepon analog. Untuk mewujudkan jaringan digital terpadu, semua sentral telepon analog diganti dengan sentral digital dengan kapasitas minimal sama dengan kondisi yang ada pada saat ini. Pemilihan sentral telepon ditekankan pada jenis sentral yang dapat dengan mudah dikembangkan/ditingkatkan kapasitasnya. Salah satu type sentral (PABX) yang memenuhi persyaratan ini adalah type MD-110 ERICSSON yang mempunyai kapasitas awal 100 subscriber dan dapat dikembangkan dengan mudah (modularity and flexibility) hingga 10.000 subscriber.

Menurut hirarkinya, sentral telpon (PABX) yang digunakan dalam struktur jaringan pada gambar 5-1, dapat dikelompokkan dalam 3 klasifikasi sentral yaitu : sentral



transit, sentral lokal dan remote switching center (concentrator). Kombinasi switching lokal dan concentrator akan memberikan berbagai keuntungan antara lain : daerah pelayanan akan semakin luas, sistem penomoran akan lebih sederhana, setiap pelanggan menikmati manfaat penggunaan segala fasilitas yang ada pada sentral, mengurangi traffic yang melalui sentral transit dan lain lain.

Salah satu type concentrator yang dapat digunakan dalam contoh perencanaan adalah Line Interface Module (LIM) MD-110 ERICSSON dengan kapasitas maksimum tiap LIM adalah 200 subscriber yang dihubungkan pada GS (Group Switch) pada sentral lokal dengan menggunakan sistem transmisi PCM-30. Untuk lokasi operasi yang memerlukan kapasitas diatas 200 subscriber dapat menggunakan lebih dari satu LIM, masing-masing LIM dihubungkan pada GS dengan satu sistem transmisi PCM-30. Proses hubungan antar subscriber yang berada pada LIM yang sama berlangsung tanpa melalui sentral lokal. Secara keseluruhan semua LIM yang tersambung pada sentral lokal merupakan bagian (satu kesatuan) dari sentral lokal ⁴¹⁾.

Dengan mengambil GOS (Grade of Service) sebesar 0.01 ⁴²⁾ dan C.R (Calling Rate) tiap subscriber sebesar 80 milli Erlang ⁴³⁾ serta presentase panggilan keluar dari

⁴¹⁾ Rolf Morlinger, MD 110 - a Digital SPC PABX, Ericsson Review, No.1 and 2, 1982, p. 2, 3 and 10.

⁴²⁾ ⁴³⁾ Basic Design Philosophy for Junction Networks in Multi-Exchange Areas of Surabaya and Bandung in The Republic of Indonesia, 1st edition, PERUNTEL, April 1988, p. 12 and 20.

masing-masing sentral lokal sebesar 20 %, sehingga dapat ditentukan jumlah trunk out yang dibutuhkan masing-masing sentral lokal.

Sebagai contoh diambil sentral lokal kilang dengan kapasitas 3000 subscriber, maka trafik density (T.D) dari sentral tersebut adalah $3000 \times 0.08 = 240$ Erlang, dan besarnya panggilan keluar adalah $= 0.20 \times 240 \text{ Erlang} = 48$ Erlang. Dari tabel Erlang B diperoleh jumlah trunk out yang dibutuhkan sebanyak 62 trunk atau 3×2 MBPS (sistem transmisi PCM-30). Dengan mengasumsikan jumlah trunk out sama dengan jumlah trunk in maka jumlah trunk yang dibutuhkan sentral kilang adalah 124 trunk atau 6×2 MBPS (sistem transmisi PCM-30). Dengan cara yang sama dapat diperoleh jumlah trunk untuk masing-masing sentral.

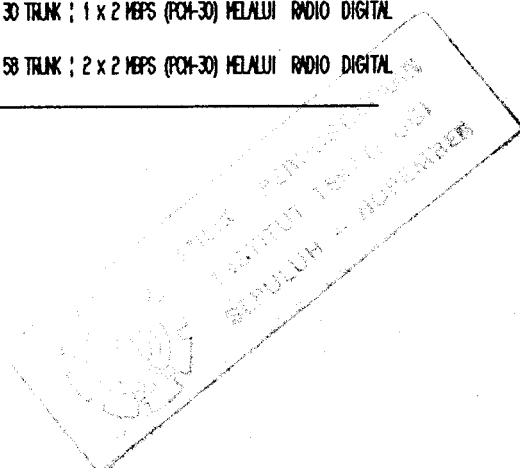
Apabila sentral transit yang digunakan adalah full availability (non-blocking) yang berarti setiap panggilan keluar dari masing-masing sentral lokal dapat dilayani oleh sentral transit lokal, maka kapasitas sentral transit yang digunakan minimal harus sama dengan jumlah trunk masing-masing sentral lokal.

Tabel 5-1 memuat ringkasan suatu perencanaan sistem switching untuk jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan menuju pembentukan suatu jaringan digital terpadu (IDN) teleponi.

TABEL 5-1
PERENCANAAN SISTEM SWITCHING IDN TELEFONI
PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN

No. : PEMKAI / LOKASI	KONDISI SAAT INI :		HASIL PERENCANAAN		
	TYPE SENTRAL	KAPASITAS	TYPE SENTRAL	KAPASITAS	KLASIFIKASI : JELANGAN KE SENTRAL TRANSIT/SENTRAL LOKAL
01. : PERTAMINA DAK	: ARN 201/2 ANALOG	: 600 S.S	: MD-110 DIGITAL	: 600 S.S	: SENTRAL TRANSIT
02. : PERTAMINA KILANG	: ARN 791/2 ANALOG	: 1800 S.S	: MD-110 DIGITAL	: 3000 S.S	: SENTRAL LOKAL : 124 TRUNK : 6 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI MULTIPAIR CABLE
03. : PERTAMINA SANGATTA	: ARN 561/7 ANALOG	: 270 S.S	: MD-110 DIGITAL	: 300 S.S	: CONCENTRATOR : 60 TRUNK : 2 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI RADIO DIGITAL
04. : PERTAMINA ELNUI	: ARN 561/7 ANALOG	: 270 S.S	: MD-110 DIGITAL	: 300 S.S	: CONCENTRATOR : 60 TRUNK : 2 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI RADIO DIGITAL
05. : PERTAMINA TAPAKAN	: ARN 561/2 ANALOG	: 180 S.S	: MD-110 DIGITAL	: 200 S.S	: CONCENTRATOR : 30 TRUNK : 1 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI RADIO DIGITAL
06. : PERTAMINA TALLING	: ARN 561/7 ANALOG	: 270 S.S	: MD-110 DIGITAL	: 300 S.S	: CONCENTRATOR : 60 TRUNK : 2 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI RADIO DIGITAL
07. : PERTAMINA PANGUR	: ARN 791/3 ANALOG	: 600 S.S	: MD-110 DIGITAL	: 1100 S.S	: SENTRAL LOKAL : 54 TRUNK : 2 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI MULTIPAIR CABLE
08. : PERTAMINA (R.S)	: MD-110 DIGITAL	: 100 S.S	: TETAP	: 100 S.S	: CONCENTRATOR : 30 TRUNK : 1 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI MULTIPAIR CABLE
09. : PERTAMINA W. PATRA	: ARN 741 ANALOG	: 50 S.S	: MD-110 DIGITAL	: 100 S.S	: CONCENTRATOR : 30 TRUNK : 1 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI MULTIPAIR CABLE
10. : PERTAMINA PERUMAHAN	: ARN 561/7 ANALOG	: 270 S.S	: MD-110 DIGITAL	: 300 S.S	: CONCENTRATOR : 60 TRUNK : 2 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI MULTIPAIR CABLE
11. : HUFFCO BILIKPAPAN	: NEAX 2400 DIGITAL	: 600 S.S	: TETAP	: 600 S.S	: SENTRAL LOKAL : 34 TRUNK : 2 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI RADIO DIGITAL
12. : HUFFCO PERUMAHAN	: ARN 561/7 ANALOG	: 180 S.S	: NEAX 2400 DIGITAL	: 200 S.S	: CONCENTRATOR : 30 TRUNK : 1 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI RADIO DIGITAL
13. : HUFFCO MA. BENDAK	: NEAX 2400 DIGITAL	: 200 S.S	: TETAP	: 200 S.S	: CONCENTRATOR : 30 TRUNK : 1 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI RADIO DIGITAL
14. : TOTAL BILIKPAPAN	: DIAPASON DIGITAL	: 525 S.S	: TETAP	: 900 S.S	: SENTRAL LOKAL : 46 TRUNK : 2 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI MULTIPAIR CABLE
15. : TOTAL PERUMAHAN	: DIAPASON DIGITAL	: 300 S.S	: TETAP	: 300 S.S	: CONCENTRATOR : 60 TRUNK : 2 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI RADIO DIGITAL
16. : UNCCM BILIKPAPAN	: CITEL 2505 DIGITAL	: 400 S.S	: TETAP	: 600 S.S	: SENTRAL LOKAL : 34 TRUNK : 2 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI MULTIPAIR CABLE
17. : UNCCM TG. SANTAN	: ARN 561/2 ANALOG	: 180 S.S	: CITEL 2505 DIGITAL	: 200 S.S	: CONCENTRATOR : 30 TRUNK : 1 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI RADIO DIGITAL
18. : TIRCO SANGA-SANGA	: ARN 561/2 ANALOG	: 180 S.S	: MD-110 DIGITAL	: 300 S.S	: SENTRAL LOKAL : 24 TRUNK : 2 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI RADIO DIGITAL
19. : TIRCO SAMBOJA	: ARN 561/2 ANALOG	: 90 S.S	: MD-110 DIGITAL	: 100 S.S	: CONCENTRATOR : 30 TRUNK : 1 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI RADIO DIGITAL
20. : PT. BENDAK BONTANG	: NEAX 2400 DIGITAL	: 1200 S.S	: TETAP	: 1200 S.S	: SENTRAL LOKAL : 58 TRUNK : 2 x 2 HEPS (PCM-30) MELALUI RADIO DIGITAL

KETERANGAN : S.I = SAMELANG INDIK
S.S = SATUAN SAMELANG

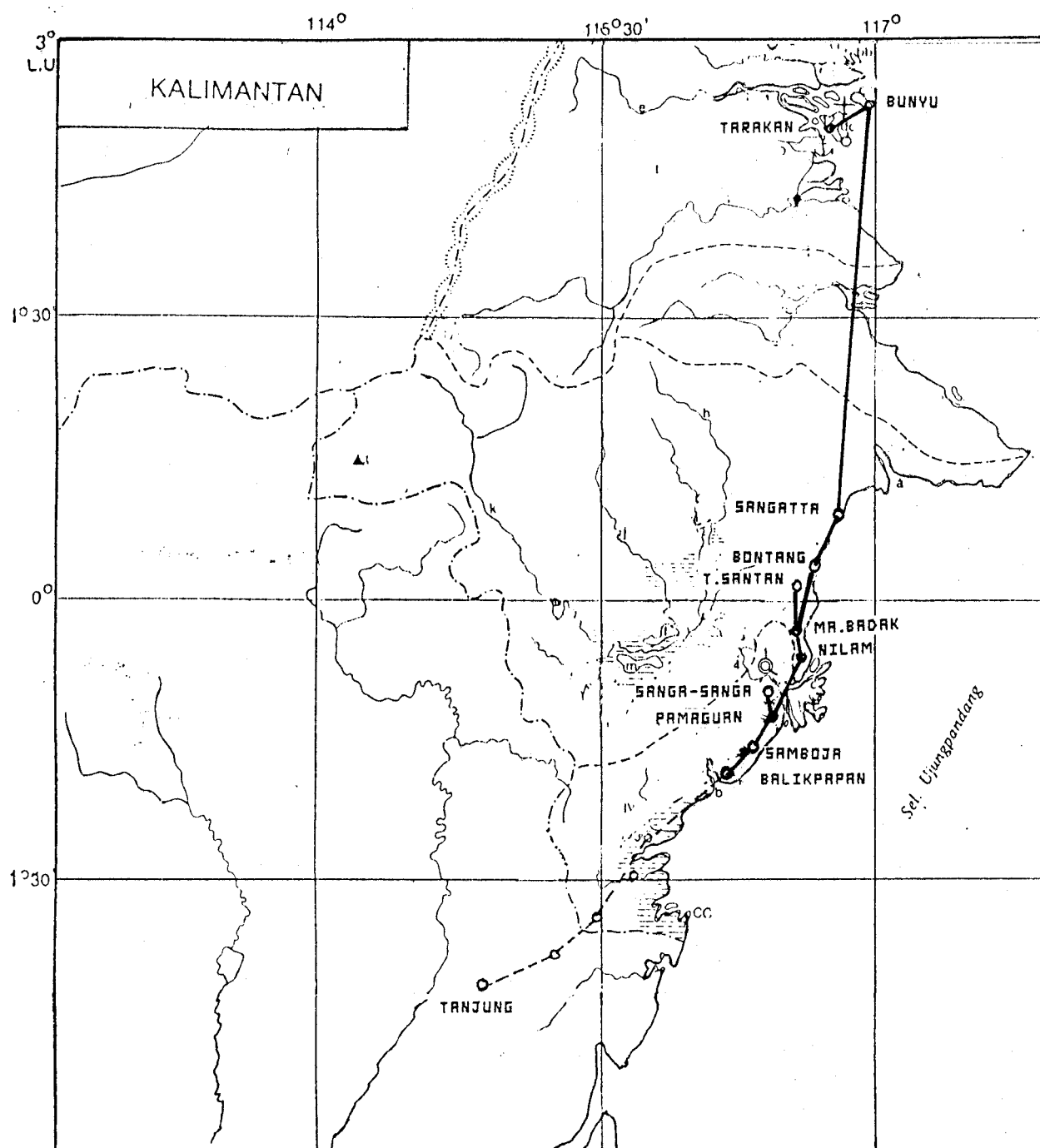


5.3.1.3 PERENCANAAN SISTEM TRANSMISI

Secara geografis, lokasi lapangan-lapangan operasi Pertamina Daerah Kalimantan dapat dibagi dalam dua bagian utama yaitu bagian yang terletak disebelah selatan dari pusat wilayah (Balikpapan) seperti lapangan minyak Tanjung dan sekitarnya dan bagian yang terletak dibagian utara pusat wilayah seperti lapangan minyak Sangatta, Bunyu, Tarakan dan lain-lain seperti pada gambar 5-2.

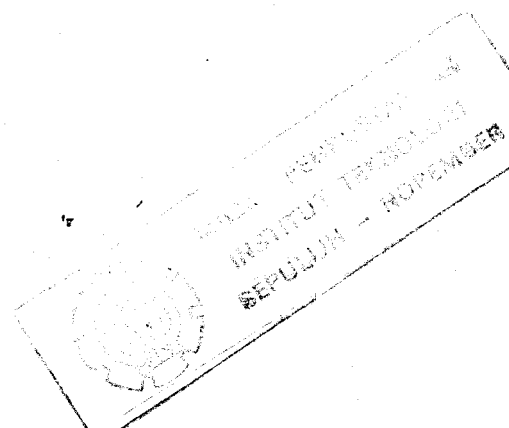
Sistem transmisi antar trunk sentral telepon lokal dan sentral transit lokal maupun sentral lokal dengan digital concentrator yang berada di Balikpapan seluruhnya menggunakan multipair cable yang ada. Sedangkan untuk interkoneksi antar trunk sentral telepon yang ada di Balikpapan dengan sentral telepon di lapangan operasi direncanakan menggunakan sistem transmisi terrestrial digital seperti gambar 5-3. Khusus lapangan minyak Tanjung akan menggunakan sistem transmisi digital milik Perumtel.

Selama masa transisi dari jaringan yang analog ke jaringan digital, perlu diperhatikan kompatibilitas peralatan digital yang akan dipasang terhadap jaringan digital yang ada, dan juga harus mampu untuk melengkapi jaringan campuran digital dan analog yang sudah ada. Dan yang paling penting adalah sistem transmisi digital tersebut harus mampu mendukung transisi menuju ISDN.



GAMBAR 5-2

LAPANGAN-LAPANGAN MINYAK PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN
YANG DIRENCANAKAN DILALUI JARINGAN RADIO DIGITAL MULTIKANAL



Perlu diperhatikan pula bahwa dengan penggabungan sistem transmisi yang analog dan yang digital, pemakaian converter A/D atau D/A harus dibatasi seminimal mungkin oleh karena pada IDN sumber noise/distorsi yang utama adalah pada codec. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi penurunan unjuk kerja sistem transmisi, yang disebabkan oleh distorsi kuantisasi, terutama untuk jenis pelayanan diluar teleponi yang membutuhkan unjuk kerja sistem transmisi yang lebih baik.

5.4.1.4 PERENCANAAN SINKRONISASI

Sistem sinkronisasi yang direncanakan pada jaringan digital terpadu Pertamina Daerah Kalimantan menggunakan methoda Master-Slave, yang berpedoman pada Fundamental Technical Plant, 1985, yang diterbitkan oleh Ditjen Postel, disesuaikan dengan jaringan yang ada yang pada dasarnya adalah sebagai berikut :

- a. Sinkronisasi harus terjadi didalam suatu pulau digital.
- b. Sinkronisasi dilaksanakan dengan pola master-slave yang secara hirarki mengikuti pola hirarki sistem switching yang ada, yaitu penempatan master-clock berada pada sentral transit lokal.
- c. Clock slave stasion harus mengacu (dengn suatu sirkit

phase lock loop oscillator) kepada clock yang datang dari master-clock.

- d. Untuk lebih menjamin keandalan sistem, maka master clock akan mempunyai stand-by clock yang berada pada lokasi yang sama dengan master clock.
- e. Sebagai acuan sesuai dengan rekomendasi CCITT Rec 811, serta FTP 85 menghendaki agar slip yang terjadi tidak lebih dari 5 slip (sistem 2 MBPS) dalam waktu 24 jam.

5.4.1.5 PERENCANAAN SISTEM SIGNALLING

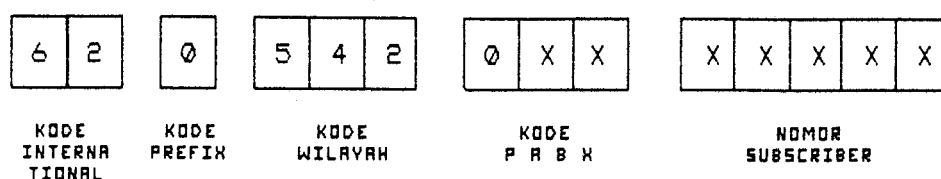
Sistem signalling yang digunakan pada jaringan digital terpadu yang juga merupakan sistem signalling antara IDN dan ISDN, maupun antara ISDN dengan jaringan lainnya sesuai rekomendasi CCITT adalah Common Channel Signalling CCITT No.7. Sistem pensinyalan CCS No.7 merupakan sistem pensinyalan terpadu, berdasarkan transmisi data, berupa proses pengiriman kumpulan informasi pensinyalan sekelompok sirkuit melewati sebuah kanal.

Oleh karena sistem signalling ini menggunakan kanal 64 KBPS, yang menduduki time slot 16 pada struktur frame PCM-30, maka rencana pemasangannya harus disesuaikan pula dengan sistem transmisi yang menghubungkan sentral-sentral digital yang telah direncanakan.

5.4.1.6 PERENCANAAN SISTEM PENOMORAN

Pemaduan penomoran untuk semua jenis pelayanan adalah sangat penting untuk keterpaduan pelayanan. Oleh karena sistem penomoran yang terpadu pada ISDN, didasarkan pada perencanaan penomoran teleponi, sehingga dalam merencanakan sistem penomoran pada jaringan digital terpadu hendaknya dipersiapkan agar dapat pula digunakan pada ISDN yang direncanakan.

Sesuai rekomendasi CCITT, jumlah digit maksimum yang digunakan pada sistem penomoran pada ISDN (international ISDN Number) adalah 15 digit. Dengan memperhitungkan jumlah digit yang digunakan untuk kode negara (country code), prefix trunk, kode wilayah (area code) dan DDI PABX code, maka rencana sistem penomoran cukup menggunakan 5 digit seperti gambar 5-4. Sedangkan tabel 5-2 merupakan rencana sistem penomoran secara lengkap dari jaringan digital terpadu maupun jaringan digital untuk pelayanan terpadu Pertamina Daerah Kalimantan.



GAMBAR 5-4

PERENCANAAN SISTEM PENOMORAN

TABEL 5-2
PERENCANAAN SISTEM PENOMORAN IDN TELEPONI
PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN

NO. : P E M A K A I / L O K A S I : KLASIFIKASI SENTRAL : KAPASITAS : URUTAN PENOMORAN				
01. : PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN	: TRANSIT EXCHANGE	: 600	:	-
02. : PERTAMINA KILANG BALIKPAPAN	: LOCAL EXCHANGE	: 3000	:	21xxx - 26xxx
03. : PERTAMINA LAP. MINYAK SANGATTA	: DIGITAL CONCENTRATOR	: 300	:	23xxx
04. : PERTAMINA LAPANGAN MINYAK BUNYU	: DIGITAL CONCENTRATOR	: 300	:	24xxx
05. : PERTAMINA LAP. MINYAK TARAKAN	: DIGITAL CONCENTRATOR	: 200	:	25xxx
06. : PERTAMINA LAP. MINYAK TANJUNG	: DIGITAL CONCENTRATOR	: 300	:	26xxx
07. : PERTAMINA PANCUR	: LOCAL EXCHANGE	: 1100	:	28xxx - 29xxx
08. : PERTAMINA PERUMAHAN	: DIGITAL CONCENTRATOR	: 300	:	28xxx
09. : PERTAMINA RUMAH SAKIT BALIKPAPAN	: DIGITAL CONCENTRATOR	: 100	:	29xxx
10. : WISMA PATRA BALIKPAPAN	: DIGITAL CONCENTRATOR	: 100	:	29xxx
11. : KANTOR HUFFCO BALIKPAPAN	: LOCAL EXCHANGE	: 600	:	31xxx - 32xxx
12. : PERUMAHAN HUFFCO GUNJUNG BAKARAN	: DIGITAL CONCENTRATOR	: 200	:	31xxx
13. : LAPANGAN MINYAK HUFFCO M. BADAK	: DIGITAL CONCENTRATOR	: 200	:	32xxx
14. : KANTOR TOTAL BALIKPAPAN	: LOCAL EXCHANGE	: 800	:	33xxx - 34xxx
15. : PERUMAHAN TOTAL BALIKPAPAN	: DIGITAL CONCENTRATOR	: 300	:	34xxx
16. : KANTOR UNOCAL BALIKPAPAN	: LOCAL EXCHANGE	: 600	:	35xxx - 36xxx
17. : LAPANGAN MINYAK UNOCAL TG. SANTAN	: DIGITAL CONCENTRATOR	: 200	:	36xxx
18. : KANTOR TIPCO SANGA-SANGA	: LOCAL EXCHANGE	: 300	:	37xxx
19. : LAPANGAN MINYAK TIPCO SAMBOJA	: DIGITAL CONCENTRATOR	: 100	:	37xxx
20. : KANTOR PT. BADAK BONTANG	: LOCAL EXCHANGE	: 1200	:	38xxx - 39xxx

5.3.2 PERENCANAAN JARINGAN DIGITAL UNTUK PELAYANAN TERPADU

Tahap berikutnya adalah merencanakan suatu model ISDN yang akan diimplementasikan dengan konfigurasi sesuai dengan kebutuhan dan berdasarkan spesifikasi jenis pelayanan yang ada, spesifikasi peralatan yang ada dan peralatan yang diperlukan beserta fungsinya.

Oleh karena itu kegiatan yang perlu dilakukan pada tahap ini adalah :

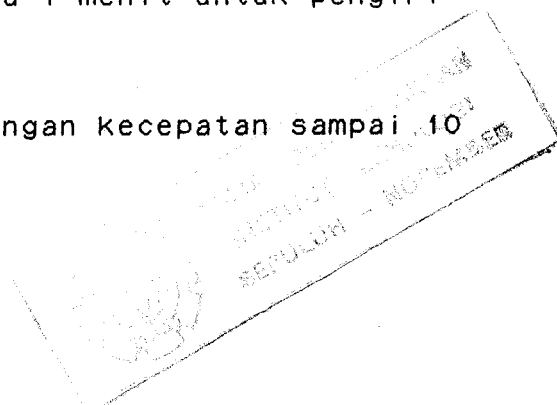
1. Menspesifikasikan jenis pelayanan yang ada maupun yang diperkirakan akan ada.
2. Menspesifikasikan peralatan yang ada dan peralatan yang diperlukan serta fungsinya.
3. Merancang suatu model ISDN dengan berdasarkan kepada standard-standard tentang ISDN yang konfigurasinya sesuai dengan kebutuhan yaitu yang mampu menampung semua jenis pelayanan yang disebutkan diatas.

Hasil dari kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada tahap ini digunakan sebagai dasar untuk menentukan model ISDN dengan konfigurasi sesuai kebutuhan. Berikut ini adalah merupakan spesifikasi dari beberapa jenis pelayanan yang ada saat ini pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan :

1. Jenis pelayanan yang ada saat ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

- a. Telepon, diperkirakan masih tetap akan mendominasi jenis pelayanan yang ada pada masa-masa yang akan datang. Lebar band frekwensi teleponi sistem analog adalah 300 - 3400 KHZ, sedangkan pada sistem digital mempunyai bit rate 64 KBPS (sinyal PCM).
- b. Data, kecepatan transmisi (bit rate) yang digunakan saat ini pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan 1200 KBPS dan 2400 KBPS. Data dengan kecepatan yang lebih tinggi (64 KBPS) dimasa mendatang dapat dengan mudah diintegrasikan pada jenis pelayanan teleponi.
- c. Telex, masih menggunakan kecepatan 50 baud (5 Units International Alphabet No.2). Pada masa mendatang telex akan menggunakan kecepatan 300 baud. Telex akan diintegrasikan dengan jenis pelayanan data.
- d. Facsimile, menggunakan group 2 dan group 3 sesuai Rekomendasi CCITT yaitu :
 - Group 2 : membutuhkan waktu 3 menit untuk pengiriman dokumen A4.
 - Group 3 : membutuhkan waktu 1 menit untuk pengiriman dokumen A4.

Jenis pelayanan facsimile dengan Kecepatan sampai 10



KBPS atau lebih, dapat diintegrasikan dengan data. Facsimile dengan Kecepatan yang lebih tinggi (64 KBPS) akan dapat diintegrasikan dengan mudah pada pelayanan teleponi.

2. Terminal yang ada saat ini pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan hampir seluruhnya merupakan terminal non-ISDN (terminal konvensional) yaitu : terminal telepon analog, terminal telefax group 2 dan 3, terminal data dengan modem bit rate 1200 dan 2400 BPS, terminal telex dengan VFTG kecepatan 50 Bauds.
3. Peralatan yang dibutuhkan sesuai dengan standard ISDN meliputi :
 - a. Terminal Adaptor, digunakan sebagai interface untuk menghubungkan terminal konvensional ke titik referensi S/T pada ISDN. Secara umum fungsi Terminal Adaptor adalah sebagai perubah bit rate terminal konvensional dari/ke bit rate kanal B (64 KBPS) pada ISDN dan juga perubah signalling dari/ke protocol kanal D-ISDN.
 - b. Terminal ISDN seperti : telepon digital, telefax group 4, teletex, serta peralatan terminal data yang secara langsung dihubungkan dengan titik referensi S/T pada ISDN.
 - c. Peralatan Network Termination (NT) untuk dapat

menghubungkan terminal ISDN dan non ISDN pada sentral ISDN. Network Termination dapat terdiri dari NT1 dan NT2 (seperti PABX, LAN, Controller) dengan fungsi seperti dijelaskan pada bab terdahulu.

- d. Peralatan Interface (Interworking Unit, IWU), yang memungkinkan ISDN Exchange dapat berkomunikasi dengan jaringan diluar ISDN seperti dengan jaringan telex, jaringan data (PSPDN), jaringan teleponi analog (PSTN). Setiap IWU mempunyai spesifikasi yang berbeda satu sama lainnya sesuai dengan fungsi interworking yang diperlukan.

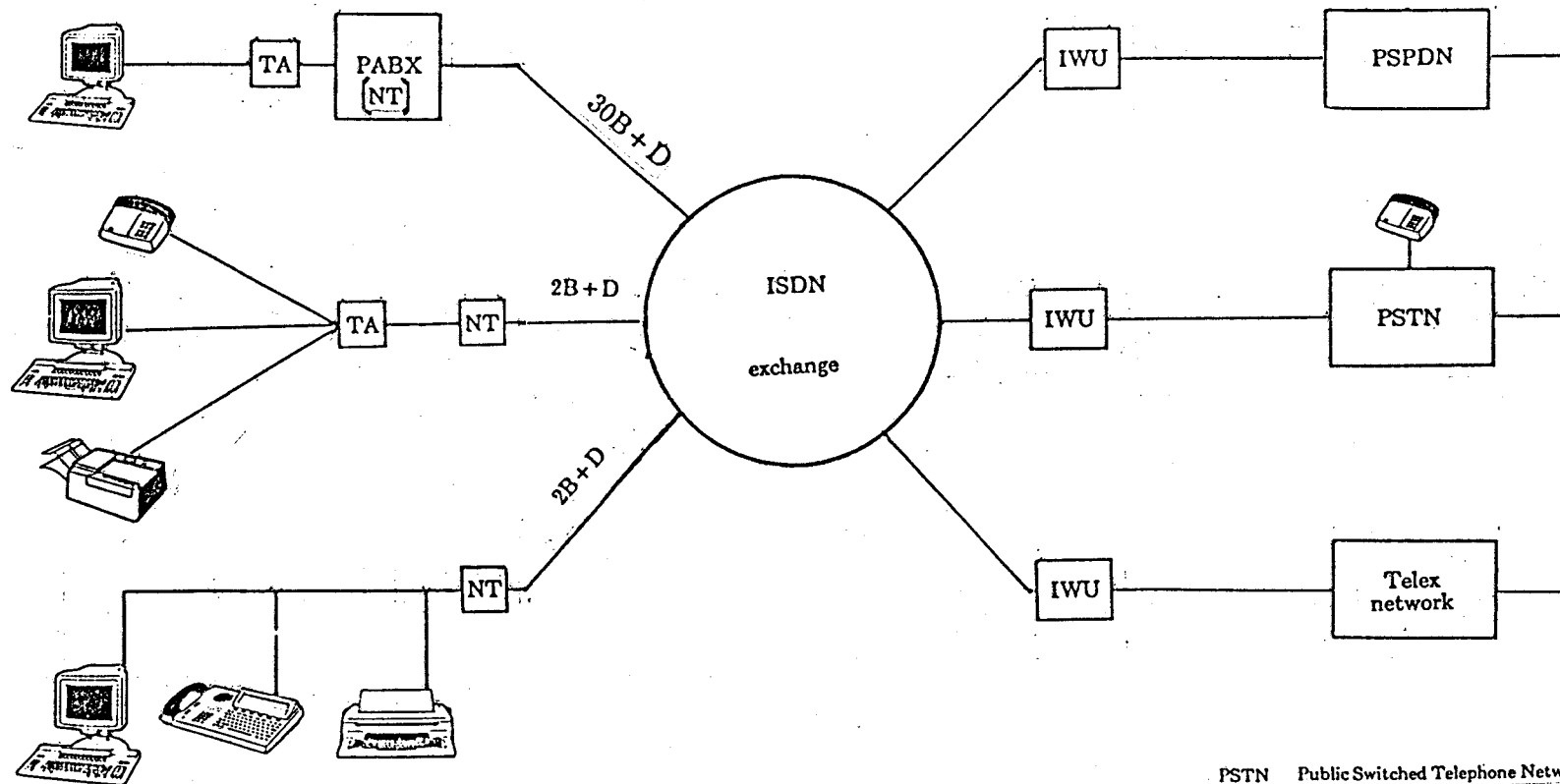
- e. Sentral ISDN yang mampu menampung semua jenis pelayanan dan peralatan yang disebutkan diatas.

Dengan demikian pada tahap ini dihasilkan suatu model atau konfigurasi ISDN yang diinginkan didasarkan pada jenis pelayanan yang ada maupun yang diperkirakan akan ada, yang mampu mendukung proses komunikasi antara peralatan terminal yang ada dan juga yang akan ada serta komunikasi antar jaringan telekomunikasi ISDN dan non-ISDN seperti terlihat pada gambar 5-5.

5.4 PEMBENTUKAN JARINGAN DIGITAL TERPADU (IDN)

Oleh karena jaringan digital untuk pelayanan

Customer premises



PSTN Public Switched Telephone Network
PSPDN Public Switched Packet Data Network

IWU Interworking Unit
TA Terminal Adapter
NT Network Terminal

GAMBAR 5-5
PERENCANAAN KONFIGURASI MODEL ISDN PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN

terpadu dikembangkan dari jaringan digital terpadu teleponi, maka tahap berikutnya yang harus ditempuh jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan menuju implementasi ISDN adalah pembentukan suatu jaringan digital terpadu (IDN).

5.4.1 TRANSISI DARI JARINGAN ANALOG KE JARINGAN DIGITAL.

Berbagai keunggulan yang dimiliki IDN mengakibatkan kecenderungan teknis saat ini menunjukkan bahwa jaringan telekomunikasi mendatang secara bertahap akan berubah menuju IDN, yang merupakan langkah awal menuju ISDN. Akan tetapi IDN tidak dapat dibentuk secepatnya pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan, disebabkan seluruh jaringan analog yang ada harus diganti dengan jaringan digital yang apabila penggantianannya dilakukan secara serentak akan membutuhkan biaya/dana yang relatif sangat besar.

Dengan pertimbangan tersebut diatas, maka dalam penerapannya diambil langkah-langkah melalui proses yang bertahap seperti dijelaskan pada bagian berikut ini.

5.4.1.1 INTRODUKSI JARINGAN DIGITAL DALAM JARINGAN ANALOG

Langkah awal menuju jaringan digital terpadu pada

Jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan adalah mengintroduksi jaringan digital kedalam jaringan analog. Introduksi jaringan digital ke dalam jaringan analog dimungkinkan dengan pemakaian converter A/D atau D/A, agar komunikasi antara kedua sistem tetap dapat berlangsung dalam masa transisi. Kondisi penetrasi jaringan digital dalam jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan saat ini, dapat dilihat pada bab sebelumnya.

5.4.1.2 MODEL-MODEL UNTUK PENCAPAIAN PENETRASI DIGITAL.

Keuntungan teknis dan ekonomis yang maksimum yang dapat diperoleh dari teknologi digital adalah apabila telah terwujud integrasi antara sistem suitsing dan sistem transmisi digital.

Sedangkan kebersamaan teknologi digital dan analog akan mempengaruhi struktur rangkaian secara mendasar, terutama mode dan letak atau posisi dari converter A/D atau D/A yang diperlukan dalam rangkaian campuran.

Berikut ini akan dibicarakan beberapa cara yang mungkin untuk pencapaian penetrasi digital pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan yang sebagian besar masih analog. Pemilihan atas methoda yang digunakan harus dipertimbangkan terhadap kondisi dari jaringan yang ada serta ramalan atau perkiraan terhadap kebutuhan

telepon dimasa yang akan datang, tingkat perkembangan teknologi digital yang ada, dan sebagainya.

Untuk setiap kasus, pilihan yang terbaik harus didasarkan pada pertimbangan ekonomis dan juga terhadap faktor-faktor lainnya misalnya keandalan sistem, kemudahan pengoperasian, kebutuhan akan pelayanan baru dan seterusnya. Dari sudut pandang teoritis, tiga methoda pendekatan mendasar berikut ini dapat digunakan untuk mengintroduksi-kan teknologi digital kedalam jaringan yang masih analog.

a. Jaringan overlay.

Pada pendekatan ini jaringan analog dan jaringan digital yang baru dipertahankan secara terpisah seperti gambar 5-6a. Akan tetapi dengan pengecualian pada titik hubung (gateway) dimana konversi analog ke digital dilakukan. Konsep overlay dapat diaplikasikan pada rangkaian jarak jauh dan lokal.

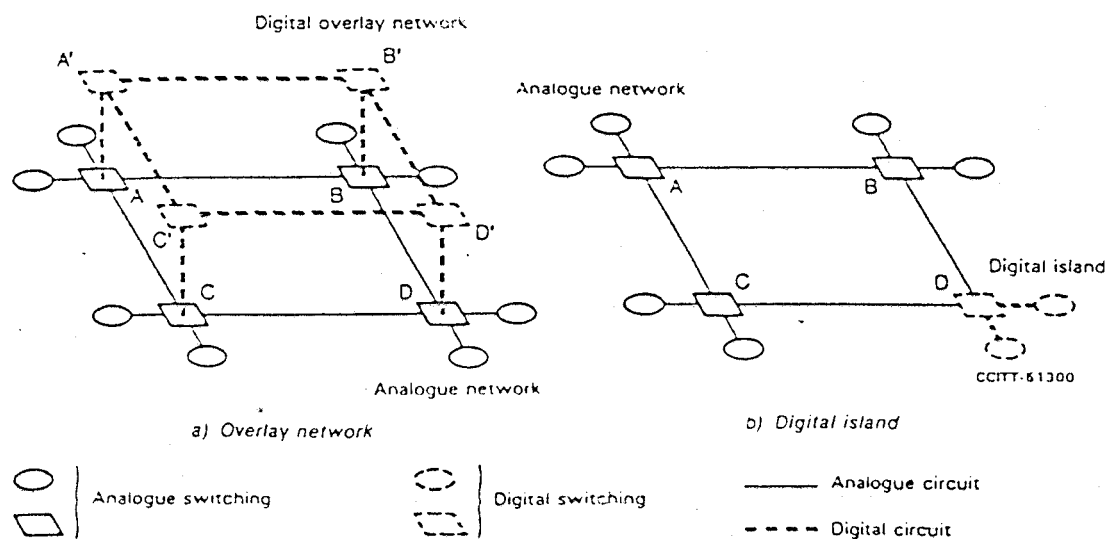
b. Digital island

Methoda pendekatan ini adalah mengganti sistem analog yang ada dengan sistem digital pada daerah tertentu atau memperkenalkan pelayanan telepon digital secara keseluruhan dalam suatu lokasi tanpa sistem analog, agar terbentuk digital island (pulau digital) didalam lingkungan yang analog seperti pada gambar 5-6b.

Didalam digital island semua sinyal yang ditransmisikan dalam bentuk digital, oleh karena itu interworking dibutuhkan hanya untuk panggilan keluar dan panggilan masuk pulau digital tersebut.

c. Pragmatis

Pada umumnya pendekatan dengan jaringan overlay lebih disukai bila dana tidak terbatas (karena membutuhkan investasi yang besar selama tahun-tahun pertama penerapannya) dan kebutuhan akan pelayanan teleponi berkembang dengan pesat. Sedangkan konsep digital island lebih toritis dari yang sebenarnya, oleh karena penggantian sistem analog secara keseluruhan dan secara bersamaan agak tidak sesuai (tidak biasa) dan cara ini



GAMBAR 5-6 ⁴⁴⁾

METHODA PENDEKATAN PENETRASI DIGITAL

⁴⁴⁾, General Network Planning, CCITT, Geneva, 1983, p.45

STAMP: KEMENTERIAN KOMUNIKASI
DIREKTORAT JENDERAL
SEKURITAS KOMUNIKASI

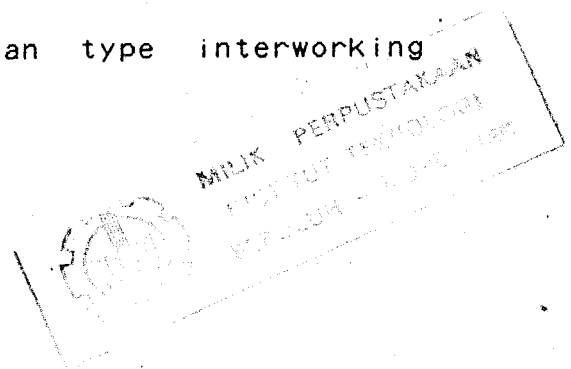
biasanya dihindari. Gabungan kedua pendekatan diatas disebut dengan pendekatan pragmatis/fleksible.

Hingga saat ini pendekatan yang paling disukai adalah pendekatan secara fleksibel/pragmatis oleh karena akan dapat memberikan keuntungan-keuntungan seperti yang dimiliki kedua methoda lainnya.

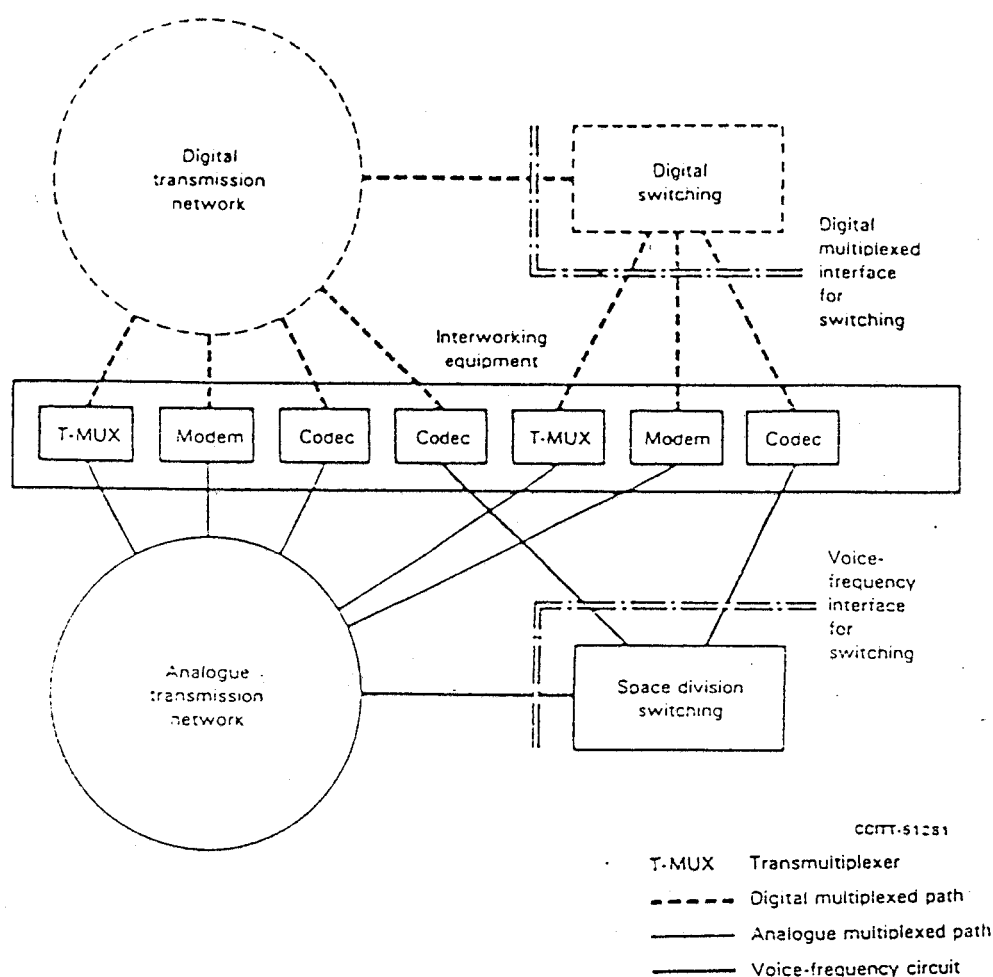
5.4.1.3 HAL-HAL YANG PERLU DIPERHATIKAN PADA MASA TRANSISI

Penerapan dengan metoda pendekatan pragmatis pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan seperti dijelaskan diatas berarti sistem analog dan sistem digital akan beroperasi secara bersama-sama selama masa transisi. Oleh karena itu interworking antara kedua teknologi ini adalah sangat penting.

Agar interworking tersebut dapat berfungsi dengan baik, dibutuhkan fasilitas interworking yang sesuai. Akan tetapi penting pula untuk diperhatikan (baik dari segi efisiensi maupun dari kualitas transmisi) agar jumlah peralatan atau fasilitas interworking yang digunakan hendaknya seminimal mungkin. Diharapkan peralatan digital dan analog ini akan dapat saling mendukung dalam selang waktu tertentu, tergantung pada kemajuan proses digitalisasi jaringan. Gambar 5-7 menunjukkan type interworking antar peralatan.



Proses penggantian yang berlanjut diprioritaskan pada jaringan analog yang sudah tidak memenuhi syarat baik dari segi mutu atau kualitas pelayanan yang diberikan yang disebabkan oleh umur peralatan yang sudah terlalu tua disertai dengan penyediaan suku cadang untuk perawatan dan perbaikan yang relative semakin sulit, maupun dari segi kecepatan pelayanan akibat trafik yang semakin meningkat.



GAMBAR 5-7 45)

INTERWORKING JARINGAN ANALOG DAN JARINGAN DIGITAL

45), General Network Planning, CCITT, Geneva 1983, p.43.

Hasil akhir dari proses ini adalah terbentuknya suatu jaringan digital terpadu (IDN), sehingga fasilitas interworking tidak dibutuhkan lagi. Tahap berikutnya adalah mengintroduksi jenis pelayanan ISDN kedalam jaringan IDN teleponi seperti dijelaskan pada bagian berikut ini.

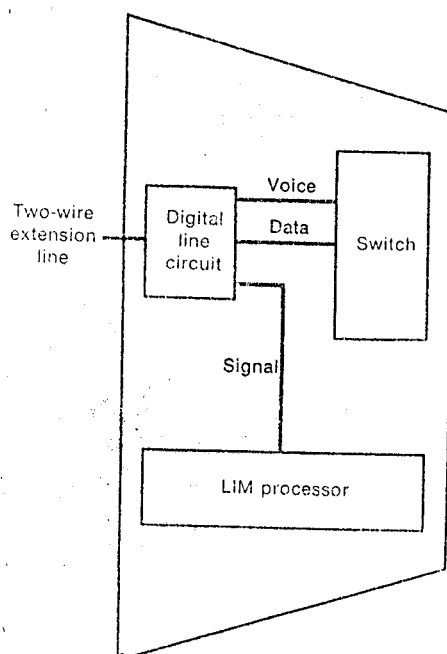
5.4.2 IDN SEBAGAI JARINGAN SUARA DAN DATA TERPADU.

Apabila jaringan digital terpadu telah terbentuk pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan, maka selama ISDN secara penuh belum terwujud konsep integrasi pelayanan teleponi dan data dapat direalisasi pada IDN teleponi. Untuk merealisasikannya diintroduksi saluran pelanggan digital pada pemakai dan pengembangan fungsi IDN teleponi yang ada untuk persiapan melayani sambungan non-telepon. Sistem transmisi digital pada saluran pelanggan dapat menggunakan teknik Time Compressed Multiplexing (TCM) atau Echo Canceller.

IDN teleponi akan memberikan pelayanan hubungan dengan kecepatan (bit rate) 64 KBPS. Dengan demikian jenis pelayanan selain teleponi yang menggunakan kecepatan (bit rate) 64 KBPS (sebagai contoh jenis pelayanan data dan facsimile berkecepatan tinggi) dapat dengan mudah diintegrasikan kedalam jaringan yang telah terbentuk. Sedangkan

untuk jenis pelayanan dengan kecepatan (bit rate) yang lebih rendah dari 64 Kbps (seperti telex, data, facsimile dan beberapa jenis pelayanan lainnya yang berkecepatan rendah) harus dilengkapi dengan terminal adaptor.

Gambar 5-8 menunjukkan salah satu contoh keterpaduan jenis pelayanan suara dan data pada sentral telepon (PABX) digital type MD-110 ERICSSON. Saluran pelanggan yang terdiri dari 2 kawat dihubungkan ke sentral telepon digital (LIM) melalui Digital Extension Line Unit (ELU-D). Terminal pelanggan terhubung ke saluran pelanggan digital dengan menggunakan Data Communication Equipment (DCE), yang

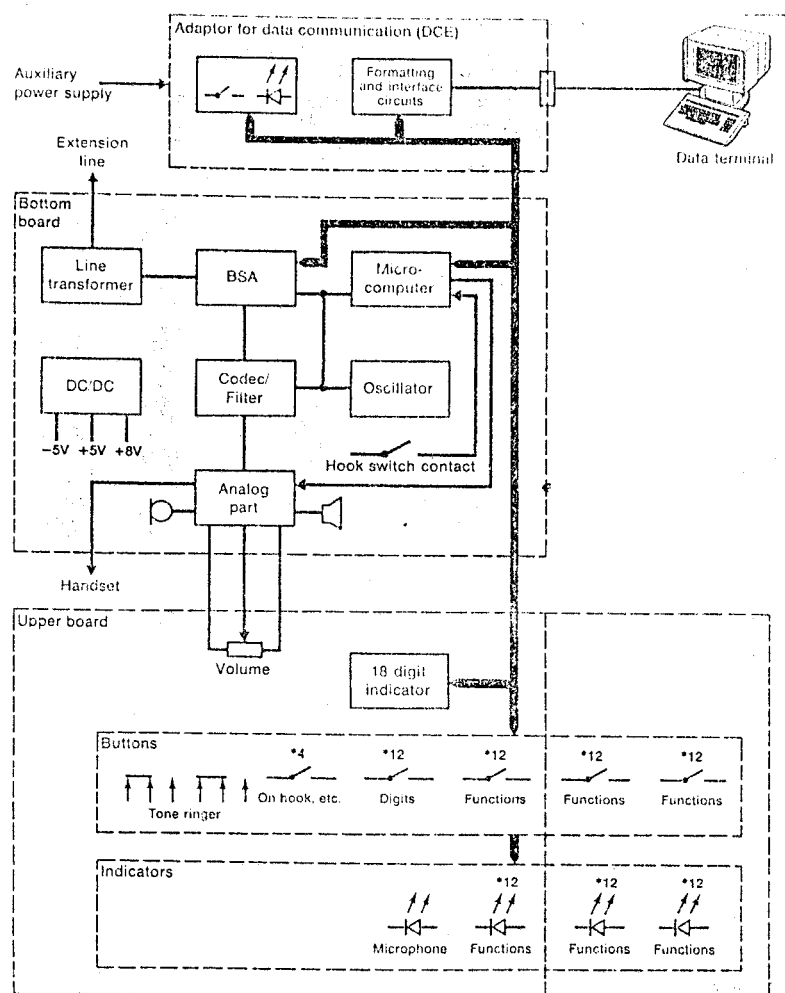


GAMBAR 5-8 46)

KANAL SUARA DAN DATA PADA MD 110 ERICSSON

46) Gregory Barnicoat, Lars Boman and Olof Ulander, Data Communication in MD-110, ERICSSON REVIEW, No.1, 1982, p.32.

berfungsi sebagai terminal adaptor (Gambar 5-9). Kecepatan transmisi (bit rate) pada saluran pelanggan 96 KBPS dengan struktur kanal pada saluran pelanggan terdiri dari : 8



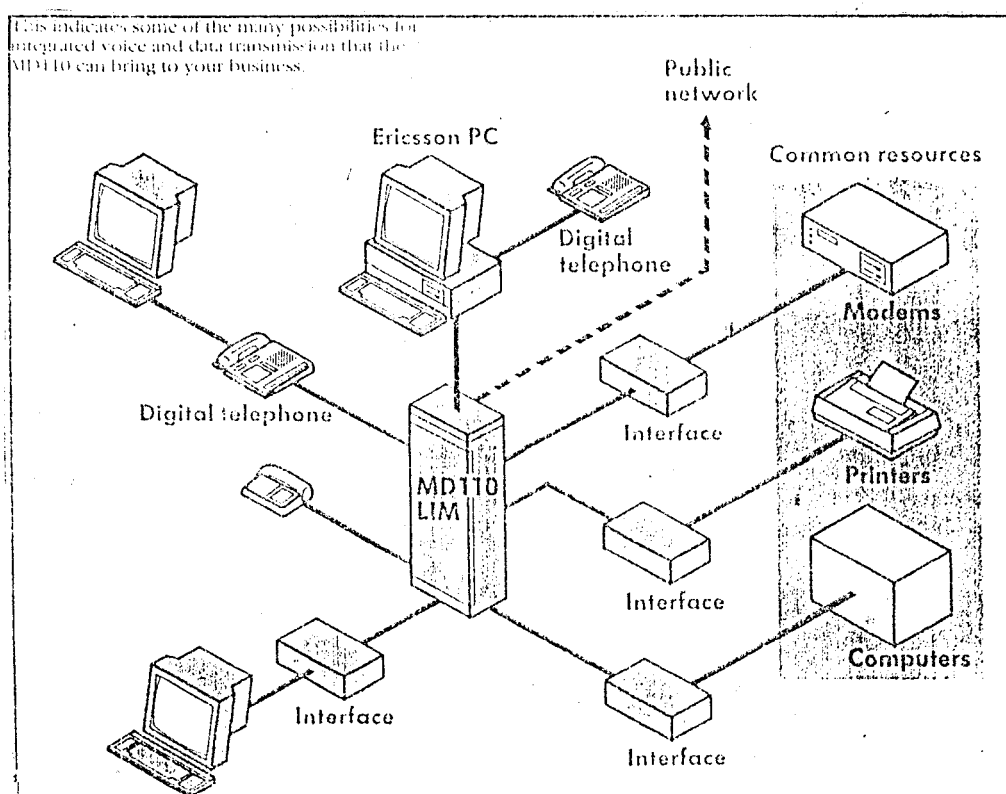
ERICSSON REVIEW No. 2, 1982

GAMBAR 5-9 47)

PESAWAT TELEPON DIGITAL DILENGKAPI DENGAN DATA COMMUNICATION EQUIPMENT (DCE)

47) Jonas Reinius and Olof Sandstrom, DIAXOX Courier 700. Digital System Telephone for MD-110, ERICSSON REVIEW, No. 1 and 2, 1982, p.23

KBPS digunakan untuk sinkronisasi sinyal burst, 64 KBPS untuk suara atau data kecepatan tinggi, 16 KBPS untuk transmisi data dan 8 KBPS digunakan untuk pensinyalan antara terminal pelanggan dengan sentral telepon digital. Teknik transmisi sinyal digital menggunakan Time Compressed Multiplexing (TCM) dimana sinyal burst ditransmisikan dengan bit rate 256 KBPS. Gambar 5-10 merupakan konsep



GAMBAR 5-10 ⁴⁸⁾

KONSEP DASAR JARINGAN SUARA DAN DATA TERPADU DENGAN
MENGUNAKAN DIGITAL PABX MD-110 ERICSSON

48) , THE OPEN-ENDED SYSTEM, The Ericsson MD 110 Communication System, ERICSSON, Sweden, p.16.

dasar jaringan telekomunikasi voice (suara) dan data terpadu yang dapat diterapkan pada jaringan teleponi yang sudah sepenuhnya IDN. Sentral telepon digital (PABX) yang digunakan pada contoh adalah type MD 110 Ericsson.

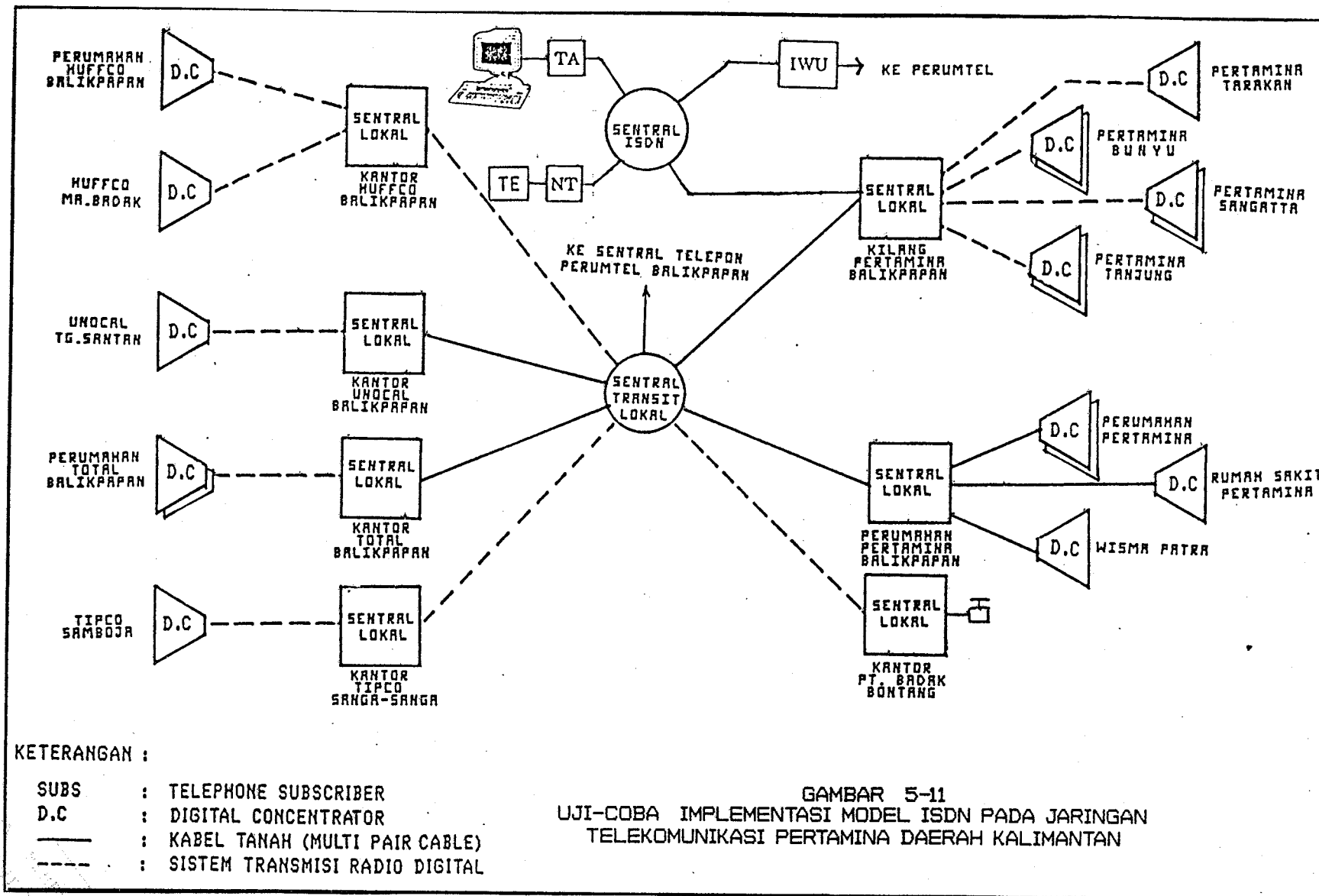
Sampai disini sebahagian konsep pelayanan terpadu atau integrasi pelayanan yang dikehendaki sudah dapat terealisasi melalui IDN.

5.5. IMPLEMENTASI KONSEP ISDN

Apabila saluran pelanggan jaringan digital terpadu sudah seluruhnya digital dan telah dapat digunakan untuk jenis pelayanan non-suara, maka tahap berikutnya konsep ISDN telah dapat diintroduksi ke dalam jaringan. Untuk itu pada tahap permulaan diadakan uji coba implementasi konsep ISDN secara terbatas seperti yang akan diuraikan pada bagian berikut ini.

5.5.1 UJI COBA IMPLEMENTASI MODEL ISDN.

Uji-coba secara terbatas dilakukan dengan mengintroduksi model ISDN yang dihasilkan ke dalam jaringan seperti pada gambar 5-11. Aktivitas yang dilakukan pada tahap uji coba ini meliputi pengujian atas fungsi dan operasi peralatan sesuai model ISDN yang telah dihasilkan.



Ada dua jenis uji coba yang perlu dilakukan yaitu ujicoba peralatan yang menyangkut terminal pelanggan dan uji coba terhadap fungsi interkoneksi antar jaringan. Secara keseluruhan jenis uji coba yang dilakukan akan meliputi :

- a. Uji coba jenis-jenis pelayanan sesuai dengan yang direncanakan, termasuk uji coba pemakaian terminal adaptor.
- b. Uji coba terhadap pemakaian sistem transmisi yang ada.
- c. Uji coba terhadap bermacam-macam loop pelanggan yang dapat diterapkan.
- d. Uji coba terhadap penggunaan sistem signalling dari pelanggan (kanal D).
- e. Uji coba interkoneksi ISDN dengan jaringan non-ISDN termasuk uji coba sistem signalling CCS No.7.

Dari hasil uji-coba akan diperoleh kemampuan dan kekurangan dari model ISDN yang dihasilkan, sehingga dapat dilakukan evaluasi dan usaha penyempurnaan seperlunya.

5.5.2 IMPLEMENTASI ISDN PADA IDN TELEPONI.

Hasil akhir uji-coba yang telah dilakukan digunakan sebagai dasar implementasi konsep ISDN pada jaringan

telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan melalui tahapan-tahapan berikut ini.

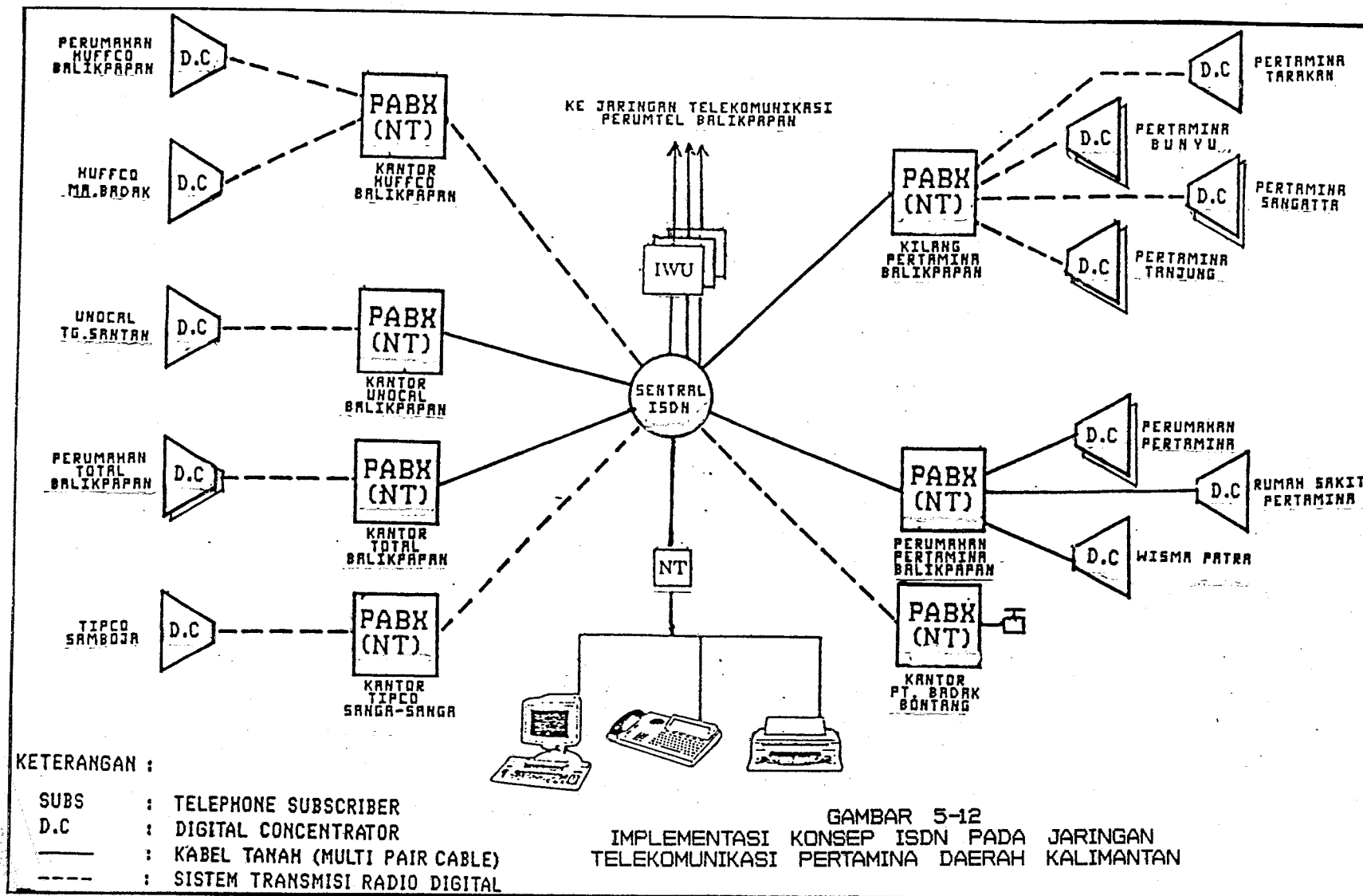
5.5.2.1 PENGEMBANGAN MODEL ISDN

Konsep ISDN yang sudah dapat diimplementasikan pada saat uji coba, kemudian dikembangkan secara bertahap hingga seluruh sentral lokal yang tersambung pada sentral transit lokal dialihkan pada sentral ISDN. Masing-masing sentral lokal tersebut berfungsi sebagai PABX (Network Termination, NT2) seperti pada gambar 5-12. Pelanggan yang membutuhkan jenis pelayanan non-suara disamping jenis pelayanan suara, dapat pula dihubungkan pada sentral ISDN.

5.5.2.2 PENERAPAN FASILITAS INTERWORKING (IWU).

Agar setiap pelanggan pada jaringan ISDN tetap dapat berkomunikasi dengan pelanggan non-ISDN (jaringan teleponi, data, dan telex Perumtel, digunakan fasilitas interworking kedalam jaringan. Fasilitas interworking tersebut harus memiliki kemampuan sebagai berikut :

- a. Konversi sinyal analog ke/dari digital pada sistem bila interworking dilakukan dengan jaringan analog.
- b. Konversi sistim signalling CCS No.7 pada ISDN dengan



GAMBAR 5-12
IMPLEMENTASI KONSEP ISDN PADA JARINGAN
TELEKOMUNIKASI PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN

sistem signalling yang digunakan dedicated network.

- c. Konversi protokol antara terminal ISDN dengan terminal yang berada pada dedicated network.

5.5.2.3 PENERAPAN BASIC RATE ACCESS.

Pelanggan yang dihubungkan langsung ke sentral ISDN akan menggunakan kecepatan access sebesar 144 KBPS yang terdiri dari 2 kanal B (64 KBPS) dan 1 kanal D (16 KBPS). Dengan demikian tiap pelanggan akan dapat mengirimkan 2 jenis informasi pelayanan yang berbeda pada saat yang bersamaan melalui sepasang kawat. Sistem transmisi sinyal digital pada saluran pelanggan dapat menggunakan teknik compressed multiplexing (TCM) atau Echo Canceller.

5.5.2.4 PENERAPAN TERMINAL ISDN

Pada tahap ini mulai diintroduksikan terminal ISDN (TE1 sesuai dengan rekomendasi CCITT) sebagai terminal pelanggan. Dengan penerapan terminal ISDN ini berarti jenis pelayanan yang diberikan oleh jaringan sudah seluruhnya berkecepatan (bit rate) 64 KBPS. Disamping itu terminal non ISDN (TE2) yang telah beroperasi pada jaringan sebelumnya masih tetap dapat dipergunakan dan dihubungkan dengan sentral ISDN melalui suatu kombinasi

referensi R - Terminal Adaptor (TA), dengan tingkat kinerja paling tidak sama atau lebih baik dari yang diberikan oleh jaringan sebelumnya.

Sampai disini implementasi konsep ISDN pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan sudah dapat terealisasi. Selanjutnya apabila jaringan telekomunikasi yang ada di seluruh wilayah operasi Pertamina telah disiapkan menuju ISDN, maka antar sentral ISDN yang ada di masing-masing pusat wilayah operasi tersebut dapat di interkoneksi melalui sistem komunikasi satelit (TDMA) atau sistem transmisi terestrial (digital) Perumtel yang ada di wilayah operasi masing-masing dengan sistem sirkuit sewa (leased channnel). Dengan demikian akan terbentuk suatu jaringan digital untuk pelayanan terpadu (ISDN) yang mencakup seluruh jaringan telekomunikasi Pertamina.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari seluruh uraian pada bab-bab sebelumnya, berikut ini diberikan kesimpulan dan saran-saran.

6.1. KESIMPULAN

Adapun Kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Perkembangan teknologi digital mendasari konsep penerapan Jaringan Digital untuk Pelayanan Terpadu (ISDN) pada jaringan telekomunikasi pada umumnya. Hal ini disebabkan oleh karena karakteristik teknologi digital hingga saat ini dianggap paling memenuhi persyaratan untuk memenuhi kebutuhan berbagai jenis pelayanan jasa telekomunikasi dengan mutu yang lebih baik.
2. Jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan pada dasarnya adalah merupakan jaringan teleponi, terdiri dari jaringan analog yang merupakan bagian terbesar dan jaringan digital yang masih dalam tahap pengembangan. Kehadiran jenis pelayanan jasa telekomunikasi lainnya sifatnya adalah merupakan sisipan atau

ditumpangkan pada jaringan teleponi yang ada.

3. Implementasi konsep ISDN pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan dapat diwujudkan berdasarkan pada pertimbangan adanya faktor-faktor pendorong yaitu rencana digitalisasi jaringan telekomunikasi yang ada menuju pembentukan jaringan digital terpadu (IDN) yang merupakan awal menuju ISDN, serta adanya berbagai keuntungan yang diperoleh dibanding dengan jaringan yang ada sebelumnya baik dari segi operasi maupun pemeliharaannya.
4. Untuk menunjang pelaksanaan implementasi, perlu pemahaman tentang konsep ISDN itu sendiri terutama tentang standard-standard yang telah ada serta interworking dengan jaringan yang non-ISDN, demikian pula pengkajian kondisi khusus yang saling berkait seperti perkiraan jenis dan jumlah kebutuhan pelayanan jasa telekomunikasi yang akan dilayani oleh ISDN yang direncanakan serta kondisi jaringan yang ada dalam mendukung penerapan ISDN, untuk dapat merencanakan / menentukan model atau konfigurasi jaringan yang akan diimplementasikan.
5. Implementasi konsep ISDN pada jaringan telekomunikasi pada umumnya diawali dengan proses digitalisasi pada jaringan analog. Dengan telah dimulainya proses digitalisasi jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan saat ini, pada suatu saat akan terbentuk suatu

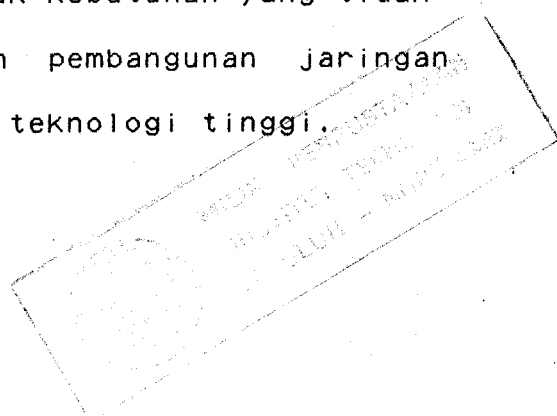
jaringan digital terpadu (IDN).

7. Implementasi konsep ISDN kedalam IDN Pertamina Daerah Kalimantan yang sudah terbentuk, diawali dengan mengintroduksi model ISDN yang dihasilkan kedalam jaringan melalui tahap uji-coba lapangan (field trial) secara terbatas. Kemudian dilakukan evaluasi dan penyempurnaan seperlunya untuk memperoleh standard yang sesuai, dan selanjutnya dikembangkan hingga mencakup seluruh jaringan IDN yang ada.

6.2. SARAN - SARAN

Adapun saran-saran yang dapat diberikan melalui tulisan ini adalah :

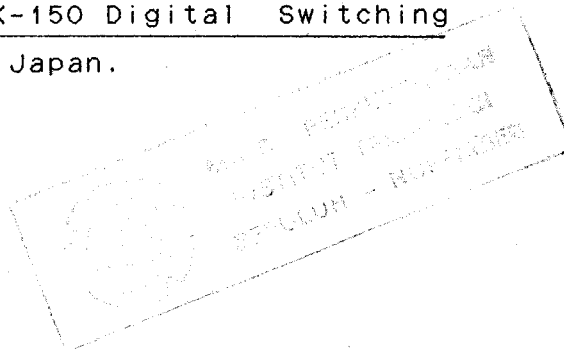
1. Oleh karena besarnya investasi atau biaya yang dibutuhkan pada proses penerapannya, sehingga perlu dilakukan pengkajian-pengkajian secara cermat agar dapat mencapai sasaran yang dikehendaki, dengan demikian tidak perlu harus mencontoh model atau konfigurasi yang ada ditempat lain.
2. Pendidikan termasuk pendidikan ulang (retraining) dan persiapan lainnya adalah termasuk kebutuhan yang tidak dapat terlepas dari pada arah pembangunan jaringan telekomunikasi yang menggunakan teknologi tinggi.



D A F T A R K E P U S T A K A A N

1. Bern Lampe and Anton Stoll, Signalling Between ISDN Exchanges, Siemens, Telecom Report, Volume 8, April 1985.
2. David R. Smith, Digital Transmission System, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1985.
3. F. X. Soetarmo, Bc.TT., Beberapa Pandangan Tentang Strategi Penerapan JDPT di Indonesia, Makalah Seminar JDPT I, Bandung, Januari 1985.
4. Gregory Barnicoat, Lars Boman and Olof Ulander, Data Communications in MD 110, Ericsson Review, No. 1 and 2, Stockholm, 1982
5. Hans Mitterer and Hasso Steigenberger, EWSD - The ISDN Switching System, Telecom Report, Siemens, Vol.8, April 1985.
6. Jan Du Rietz and Hans Giertz, CCITT Signalling System No.7 in AXE, Ericsson Review no.2, 1982.
7. John Willey, Peranan Sistem Signalling No.7 dalam ISDN, Makalah Seminar JDPT I, Bandung, Januari 1985.
8. Jonas Reinius and Olof Sandstrom, DIAVOX Courier 700. Digital System Telephone for MD-110, ERICSSON REVIEW, No. 1 and 2, 1982, p.23.
9. Kitahara Yasusada, Information Network Service, Heinemann Educational Books, London, 1983.

10. Klaus Hoffmann, Digital Switching in the Telephone Network of Deutsche Bundespost (DBP) - The Presentation Procedure, Munich, 1984.
11. M. Clost and A. Vomsheid, Main Characteristics of ISDN, Communication & Transmission, 9th Year - Number 3 - 1987.
12. Oswald Fundneider, User Signalling (D Channel), Telecom Report, Siemens, Vol.8, April 1985.
13. R. Dierckx and J.R. Taeymans, ISDN Line Circuit, Electrical Communication, Vol.59 - no.1/2, 1985.
14. Rolf Morlinger, MD 110 - a Digital SPC PABX, Ericsson Review, No. 1 and 2, Stockholm, 1982
15. Siemens AG, Communication Topic : Digital Telephony, Munich, August, 1984.
16. Simon Haykin, Communication System, 2nd edition, John Willey & Son, New York, 1983
17. Willy Munandir M., Jr., Jaringan Digital untuk Pelayanan Terpadu (ISDN), PERUMTEL, Bandung, Oktober, 1984.
18. Wolfgang Dyczmons and Nick Skaperda, Implementation of ISDN Service and Network Interworking with EWSD System, Telecom Report, Vol.8, Munich, April 1985.
19. Y. Matsuura, E. Iwabuchi, H. Yamatani and Y. Kamigaki, ISDN Approach with FETTEX-150 Digital Switching System, Fujitsu Limited, Japan.



20., Basic Design Philosophy for Junction Networks in Multi-Exchange Areas of Surabaya and Bandung in The Republic of Indonesia, PERUMTEL, April 1988.
21., Brief Technical Discription - PABX AKD 791, ERICSSON.
22., CCITT, General Network Planning, Geneva 1983.
23., FM 72/300 Instruction Manual, Siemens.
24., Integrated Services Digital Network (ISDN), CCITT, Recommendation of the Series I, Red Book, Volume III - Fascicle III.5, Geneva, 1985.
25., JHV 487 B/M Instruction Manual, JRC.
26., Sistem operasi dan perawatan Stasion Bumi Kecil (SBK), LEN - LIPI.
27., THE OPEN-ENDED SYSTEM, The Ericsson MD 110 Communication System, Ericsson, Sweden.
28., 2.0 GHz/7.5 GHz - Band 8/17/34 Mb/s Digital Multiplex Radio Relay Equipment, PCM-PSK JUK-200 Series, JRC, Catalogue No. Y11-64.
29., 30 - Channel PCM Multiplex Terminal Equipment, JUJ-5A, Catalogue No. Y11-53, JRC.

LAMPIRAN A

TRAFFIC TABLE DETERMINED BY ERLANG'S B FORMULA

B : Grade of Service

n : Number of trunks

$\frac{B}{n}$	0001	0002	001	002	003	005	01
1	0001	0002	0010	0020	0031	0053	0111
2	0046	0065	0153	0224	0282	0381	0595
3	0194	0249	0456	0602	0715	0899	1271
4	0439	0535	0870	1092	1259	1525	2015
5	0762	0900	1361	1657	1875	2219	2881
6	1146	1325	1909	2276	2543	2960	3758
7	1579	1794	2501	2935	3250	3738	4666
8	2051	2311	3128	3627	3987	4543	5597
9	2558	2855	3783	4345	4748	5370	6546
10	3092	3427	4461	5084	5529	6216	7511
11	3651	4022	5160	5842	6328	7076	8487
12	4231	4637	5876	6615	7111	7950	9474
13	4831	5270	6607	7402	7967	8835	10470
14	5446	5919	7352	8200	8804	9730	11474
15	6077	6582	8108	9010	9650	10633	12484
16	6722	7258	8875	9828	10505	11544	13500
17	7378	7946	9652	10656	11368	12461	14522
18	8046	8644	10437	11491	12238	13385	15548
19	8724	9351	11230	12333	13115	14315	16579
20	9412	10068	12031	13182	13997	15219	17613
21	10108	10793	12838	14036	14885	16189	18651
22	10812	11525	13651	14896	15778	17132	19693
23	11524	12265	14471	15761	16676	18080	20737
24	12243	13011	15295	16631	17577	19031	21781
25	12969	13763	16125	17505	18483	19985	22833
26	13701	14522	16959	18383	19392	20943	23885
27	14439	15285	17797	19265	20305	21904	24939
28	15182	16051	18640	20150	21221	22867	25995
29	15930	16828	19487	21039	22140	23833	27053
30	16684	17606	20337	21932	23062	24802	28113
31	17442	18389	21191	22827	23987	25773	29171
32	18205	19176	22048	23725	24914	26746	30237
33	18972	19966	22909	24626	25841	27721	31301
34	19743	20761	23772	25529	26776	28698	32367
35	20517	21560	24638	26435	27711	29677	33434
36	21296	22361	25507	27313	28647	30657	34503
37	22078	23166	26379	28254	29585	31640	35572
38	22861	23974	27253	29166	30526	32621	36643
39	23652	24785	28129	30081	31468	33609	37715
40	24444	25599	29007	30997	32412	34596	38787

$\begin{matrix} B \\ n \end{matrix}$	0001	0002	001	002	003	005	0.1
41	25239	26416	29888	31916	33357	35584	39861
42	26037	27235	30771	32836	34305	36574	40936
43	26837	28057	31656	33758	35253	37565	42011
44	27641	28882	32540	34682	36204	38557	43088
45	28447	29709	33432	35607	37155	39550	44165
46	29255	30538	34322	36534	38108	40545	45243
47	30066	31369	35215	37462	39063	41540	46322
48	30879	32203	36109	38392	40018	42537	47401
49	31694	33039	37004	39323	40975	43535	48481
50	32512	33876	37901	40255	41933	44533	49562
51	33332	34716	38800	41189	42892	45533	50644
52	34153	35558	39700	42124	43852	46533	51726
53	34977	36401	40602	43060	44813	47534	52808
54	35803	37247	41505	43997	45776	48536	53891
55	36630	38094	42409	44935	46739	49539	54975
56	37460	38942	43315	45875	47703	50543	56059
57	38291	39793	44222	46816	48669	51548	57144
58	39124	40645	45130	47758	49635	52553	58229
59	39959	41498	46039	48700	50602	53559	59315
60	40795	42353	46950	49644	51570	54566	60401
61	41633	43210	47861	50589	52539	55573	61488
62	42472	44068	48774	51534	53508	56581	62575
63	43313	44927	49688	52481	54478	57590	63663
64	44156	45788	50603	53428	55450	58599	64750
65	45000	46650	51519	54376	56421	59609	65839
66	45845	47513	52435	55325	57394	60619	66927
67	46692	48378	53353	56275	58367	61630	68016
68	47540	49243	54272	57226	59341	62643	69106
69	48389	50110	55192	58177	60316	63651	70196
70	49239	50979	56112	59129	61291	64667	71286
71	50091	51848	57034	60082	62267	65680	72377
72	50944	52719	57956	61036	63244	66694	73467
73	51799	53590	58879	61990	64221	67708	74558
74	52654	54463	59803	62945	65199	68723	75650
75	53511	55337	60728	63900	66177	69738	76741
76	54369	56211	61653	64857	67152	70753	77838
77	55227	57087	62579	65814	68136	71769	78925
78	56087	57964	63507	66771	69116	72786	80018
79	56948	58842	64434	67729	70096	73803	81110
80	57810	59720	65363	68688	71078	74820	82203
81	58673	60600	66292	69647	72059	75838	83297
82	59538	61481	67222	70607	73041	76856	84390
83	60403	62362	68152	71568	74024	77874	85484
84	61269	63244	69084	72529	75007	78893	86578
85	62135	64128	70016	73490	75990	79912	87672
86	63003	65012	70948	74453	76974	80932	88767
87	63872	65896	71881	75415	77959	81952	89861
88	64742	66782	72815	76378	78944	82972	90956
89	65612	67669	73749	77342	79929	83993	92051
90	66484	68556	74684	78306	80915	85014	93147

LAMPIRAN B

ANALOGUE PABX TYPE AKD 791 ERICSSON

Technical data**Capacity**

Approximately 300 — 5000 extensions, 450 exchange lines and 600 connecting circuits.

Number of operator positions as required.

Operating voltage

48 V. The exchange is, however, guaranteed to function with voltages of 44 to 54 V.

Feed

Individual feed. The resistance of feed coils is 2x250 ohms, or, alternatively, 2x400 ohms.

Extension line resistance

Up to a maximum of 1000 ohms, including the telephone instrument.

Line leakage resistance

Minimum 40 000 ohms between the branches, or to earth.

Third wire resistance

Up to 250 ohms. (Used for telephones with service button.)

Current consumption

For internal calls maximum 0.5 A.

For external calls maximum 0.4 A.

Dialling

The equipment is arranged to accept dial impulses with a speed of 10 or 16 Hz.

Make and break ratio 33/67 to 40/60.

Interference voltage

Internal traffic — less than 2 mV, measured psophometrically.

External traffic — less than 0.5 mV, measured psophometrically.

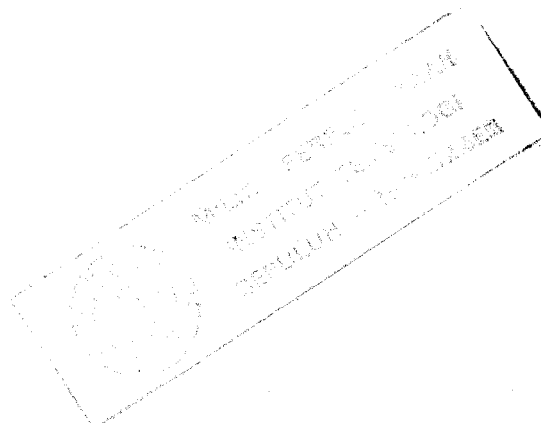
Signals

The standard signal generator produces a basic tone voltage of 425 Hz and a ring voltage of 25 Hz (90 V but changeable to 70 V and 105 V). The following signals are used in the exchange.

LAMP IRAN C

DIGITAL PABX TYPE MD 110 ERICSSON

TECHNICAL DATA			
Capacity		Loop resistance	
Extensions	10-150	line to public exchange	1800 ohms
Exchange lines	<40	tie line	2000 ohms
Line data		Digit transmission	
Analog extension		decadic	10/16 Hz
Two-wire circuit		break/make ratio	60/40 or 67/33
Line length, max.	10,000 m	DTMF	In accordance with CCITT Q23
Loop resistance	2100 ohms	Transmission data	
Decadic or DTMF signalling		encoding	A-law PCM in accordance with CCITT G.711
Digital extension		crosstalk attenuation	67 dB at 1100 Hz in accordance with CCITT Q517
Two-wire circuit		Power supply	
Line length, max. with repeater	800 m	power consumption, max.	approx. 340 W/cabinet
Central unit	1600 m	voltage	230 V \pm 15%
Height	463 mm	frequency	45-65 Hz
Width	528 mm	Memory	
Depth	305 mm	DRAM	tape recorder for backup storage of memory contents
Weight	30 kg	Capacity	
Environment		terminals	<1000
Ambient temperature	+5-40°C	exchange lines	<2000
Relative humidity	10-85%	Terminal wiring	
Programming		touch screen terminal	2-4 pairs
Locally via DIALOG 2754		key terminal	2-4 pairs
Centrally via V.23 modem		line length	<1000 m (3280 ft)
Data communication		Environmental requirements	
V.24 (RS232C), asynchronous, serial, max 19.2 kbit/s		temperature	+5 to 40°C
Radiation		relative humidity	20-80%
EMI	FCC 15J, CISPR 22, VDE 0878, all class B	Fan cooling is not required.	
Electrostatic discharge			
- without faults	max. 6 kV		
- only software errors	max. 10 kV		
Power supply			
Mains voltage	110, 127, 220, 240 V		
Frequency	50/60 Hz		



LAMPIRAN D

VHF&UHF/FM RADIO MULTIKANAL TYPE FM-72/300 SIEMENS

General specifications

Radio frequency range	235 to 360 MHz
Separation between the transmitting and receiving frequency of an RF channel pair (single-antenna operation)	> 15 MHz
Transmitting frequency ¹⁾	$f_{\text{transm}} \text{ (MHz)} = 253 + n^{2)} \cdot 0.25$
Receiving frequency ¹⁾	$f_{\text{rec}} \text{ (MHz)} = f_{\text{transm}} \pm \geq 15^{3)} \text{ MHz}$
Separation between the mid-frequencies of adjacent RF channels	
with 24 channel operation	1.25 MHz
with 72 channel operation	2.50 (1.25) ⁴⁾ MHz
System value ⁵⁾ for the highest voice channel	
with 24-channel operation	≥ 170 (161) ⁶⁾ dB
with 72-channel operation	≥ 164 (155) ⁶⁾ dB
Ambient temperature range	-20 to +45 (55) ⁴⁾ °C

Modulation

Type of modulation	frequency modulation
Baseband width	
with 24-channel operation	6 to 108 kHz
with 72-channel operation	6 to 300 kHz
Input level across 150 Ω	-45 dBm
Output level across 150 Ω	-15 dBm
Return loss	
in the range from 6 to 12 kHz	≥ 16.5 dB
in the range from 12 to 300 kHz	≥ 20 dB
Attenuation distortion over 1 radio link section	
in the range from 6 to 108 kHz or 6 to 300 kHz	$\leq \pm 0.5$ dB
in the range from 12 to 108 kHz or 12 to 300 kHz	$\leq \pm 0.3$ dB
Frequency deviation (rms value) at the neutral frequency	
with 24-channel operation	35 kHz
with 72-channel operation	50 kHz

1) fix-tuned

2) n must be a whole number between 0 and 500

3) choose sign in such a way that f_{rec} lies between 235 and 360 MHz

4) operation possible with reduced transmission quality

5) system value = total loss over the radio link section (between transmitter output and receiver input) and signal-to-noise ratio (attenuation-dependent noise) in the highest voice channel

6) system value for a transmitting power of 1.5 W

22-H4-A1-1-7618

Preemphasis in the highest channel

with 24-channel operation	8 dB
with 72-channel operation	8 dB
Pilot frequency	5 kHz
Deviation (rms value) due to pilot	
with 24-channel operation	11.2 kHz
with 72-channel operation	15.9 kHz

Service-channel equipment

Speech band	300 to 3400 kHz
Frequency deviation (rms value)	10 kHz
Ringin frequency	2280 Hz

Remote supervisory unit connection:

Characteristic impedance at input and output	600 Ω balanced
Input level	-17.4 dBm (or -14 dBm or -4 dBm)
Output level	+8.7 dBm (or -4 dBm or +4 dBm)

Transmitter

Transmitting power at the antenna output	12 W or 1.5 W
Transmitting frequency error	$\leq \pm 2 \cdot 10^{-5}$
Harmonic suppression	≥ 60 dB

Receiver

Receiver noise figure	6 dB \pm 4 KTO
Intermediate frequency	70 MHz
IF bandwidth	
with 24-channel operation	750 kHz
with 72-channel operation	1600 kHz
Image-frequency rejection	≥ 90 dB
Antenna connection	50- Ω N-connector (jack)

Power supplyAC operation:

Line voltage (switchable)	110/120/220/240 V
Permissible deviation	+10 %/-15 %
Line frequency	47 to 63 Hz

Battery operation:

Battery voltage	30 V to 75 V
---------------------------	--------------

LAMPIRAN E

UHF/PCM-PSK RADIO MULTIKANAL TYPE JUK-204 J.R.C.
SPECIFICATIONS

Model	JUK - 204			JUK - 206		
Radio frequency band	1700 - 2300 MHz (meets CCIR Rec 283-3)			7125 - 7850 MHz (meets CCIR Rec. 385-1)		
Transmission capacity (equivalent telephone channels)	8.448 Mb/s (120 CH)	8.448 Mb/s x 2 systems (mutually synchronized) (240 CH)	34.368 Mb/s (480 CH)	8.448 Mb/s (120 CH)	8.448 Mb/s x 2 systems (mutually synchronized) (240 CH)	34.368 Mb/s (480 CH)
Transmission system	PCM - PSK					
Relay system	Re-generating relay system					
Service channel	Omnibus order wire : 1 CH (FM) Express order wire : 2 CH (ΔM : approx. 64 Kb/s) - option Auxiliary channel : 1 CH (approx. 32 Kb/s)					
Power supply requirement	DC - 24 or -48V or AC 100 to 120V/200 to 240V					
Power consumption	Approx. 200W DC, 300VA AC with standby set					
Environmental conditions	For specified performance, Temperature : -10 to +40°C Humidity : Less than 95% For stable operation, Temperature : -10 to +50°C Humidity : Less than 95%					
Overall dimensions	260 mm wide, 2300 mm high, 240 mm deep					
Weight	Approx. 100 kg					
Standby system	Set standby at transmitter : Hot standby system with diode switch at receiver : Parallel reception with digital switching output					
Transmit-Receiver frequency spacing	100 - 160 MHz					
Transmitter power output	0.2 watts/1 watt					
Modulation	Quadrature phase differential PSK					
Frequency stability	$\pm 20 \times 10^{-6}$					
Occupied bandwidth	Less than 5.6 MHz	Less than 11.2 MHz	Less than 22.5 MHz	Less than 5.6 MHz	Less than 11.2 MHz	Less than 22.5 MHz
Noise figure	3.5 dB typ.					
Intermediate frequency	70 MHz					
Demodulation	Coherent detection instant sampling					
Baseband input/output	HDB3 (meets CCITT G703)					
Overall bit error rate (at receiver input) (dBm) Less than 1×10^{-4}	-87.0	-84.0	-81.0	-87.0	-84.0	-81.0
Insertion loss in duplexer Transmitter side Receiver side*	Less than 3.5 dB Less than 5.0 dB					

LAMPIRAN F

TERMINAL MULTIPLEX TYPE JUJ-5A J.R.C

PERFORMANCE

General	
Channel capacity	30 channels
Encoding law	A-law (CCITT, Table 1/G.711)
Sampling rate	8000 samples/s for VF channel 500 samples/s for E&M channel
Voice code	8 bits/sample
Clock source	Internal, external and slave clock
2Mbit PCM Interface	
Line code format	HDB-3
Transmit line rate	2048 kbit/s ± 30 ppm
Transmit pulse amplitude	3.0 V _{op} /120 ohms balanced or 2.37 V _{op} /75 ohms unbalanced
VF channel	
Input/output impedance	600 ohms ± 20 % balanced
Input/output levels	-16 to +7.5 dBr in 0.25 dB steps for 4-wire transmitting (4WS), -8 to 18 dBr in continuous adjustment for 4-wire receiving (4WR)
Attenuation/frequency distortion	CCITT, Figure 1/G.712
Envelope delay distortion with frequency	CCITT, Figure 2/G.712
Signal-to-total distortion ratio	CCITT, Figure 5/G.712
Variation of gain with input level	CCITT, Figure 6/G.712
Idle channel noise	-65 dBm0p or better
Single frequency noise	-50 dBm0 or better
Interchannel crosstalk	65 dB or more
Go-to-return crosstalk	60 dB or more
Overload point	+3 dBm0
E&M signalling channel	
Signalling interface	E&M, with open and ground signal
Signalling distortion	Within ± 3 ms
Fault Monitoring	
	Failure of power supply
	Failure of codec
	Loss of incoming PCM signal (2048 kbit/s)
	Loss of frame alignment signal
	Loss of multiframe alignment signal
	Error rate at 10^{-3}
	Alarm indication receive from the remote end
	Alarm indication signal (AIS) receive
Environmental Requirement	
Temperature	5°C to +40°C (Operative -10°C to +50°C)
Relative humidity	Up to 90 % at 30°C
Dimensions in mm	260 (W) x 225 (D) x 2100 (H)
Power Requirement	
Power supply	DC - 24 V ± 20 % or AC 100 to 110/200 to 220 V ± 10 %
Power consumption	26 W or less for 30 channels

LAMPIRAN G

VHF/FM SINGLE CHANNEL RADIO TYPE JHV 487 B/M J.R.C

SPECIFICATIONS

Frequency range	142 to 174 MHz
Communication system	Single channel duplex
Channel spacing	25 kHz
Tx/Rx channel separation	4.5 to 10 MHz
Modulation	Phase modulation
Type of emission	F 9
Antenna impedance	50Ω unbalanced
AF passband	300 to 3400 Hz
2-wire input and output level	
Input level	0 dBm/600Ω ± 3 dBm
Output level	-8 dBm/600Ω ± 3 dBm
Power supply	AC 110/220V 50/60Hz 1ø DC+13.8V ± 15% (negative ground)
Temperature	-10°C to 50°C
Humidity	Up to RH 95% at 35°C
Dimensions	W 300 mm H 520 mm D 150 mm
Weight	About 16 kg
(Transmission)	
RF power supply	10W +20% -50%
Frequency stability	Better than $\pm 10 \times 10^{-6}$
Maximum frequency deviation	±5 kHz
Spurious emission	Better than -60dB (harmonics) Better than -80dB (the others)

Distortion	Less than 5%, measured for 1 kHz with 2.5 kHz deviation
Audio response	Within ± 3 dB of a 6 dB/octave between 300 Hz and 3400 Hz
(Reception)	
Circuit	Double conversion superheterodyne
Intermediate frequencies	1 st IF 10.7 MHz 2 nd IF 455 kHz
Frequency stability	Better than $\pm 10 \times 10^{-6}$
Sensitivity	Better than $1 \mu\text{V}$ for 20 dB noise quieting (closed circuit)
Selectivity	Less than 6 dB down in 12 kHz slot More than 70 dB down in 25 kHz slot
Spurious response	Better than -80 dB
Distortion	Less than 5%, [*] measured for 1 kHz with 2.5 kHz deviation
Audio response	Within ± 3 dB of a 6 dB/octave between 300 Hz and 3400 Hz
S/N	Better than 50 dB, referred to 1 kHz with 2.5 kHz deviation
(Telephone signalling)	
Modulation	Frequency shift modulation
Ringer FSK signal frequency	3795/3855 Hz
Dialing signal	10 pps
Ringing signal	16 to 25 Hz
(Teletype signalling)	
Modulation	Frequency shift modulation
Teletype FSK signal frequency	3645/3705 Hz

LAMPIRAN H

HF/SSB RADIO TRANSCEIVER TYPE JSB-51 J.R.C

General

Frequency range : 1.6 to 9.0MHz and 12.0 to 18.0MHz

Number of channels : 17 simplex channels, or 16
semiduplex plus 1 simplex
channels, or any combination of
33 crystals.

Circuitry : Single superheterodyne

Local oscillator
frequency : 10.695MHz

Channel oscillator
frequency : $F_c + 10.695\text{MHz}$ $F_c : 9.0\text{MHz or less}$
 $(F_c + 10.695)/2\text{MHz}$ $F_c : 12.0\text{MHz or more}$
 F_c : Suppressed carrier frequency

Modes of emission : J3E, H3E, R3E, A1A

Communication system: Press-to-talk system

Antenna : Grounded antenna or 50ohms
antenna

Input voltage : DC24V \pm 15% negative grounded

Power consumption : Reception
1A
Transmission
10A (2-tone 100% modulation)
18A (1-tone 100% modulation)

Temperature : -10°C to $+50^{\circ}\text{C}$

Humidity : Relative humidity 95% at 25°C

Vibration : 1 mm amplitude 500 to 1600 cpm
3 mm amplitude 0 to 500 cpm

Transmitter

Power output : J3E, R3E, A1A 150W PEP
 H3E 40W carrier

Occupied bandwidth : Within 3kHz (J3E, H3E, R3E)
 Within 0.5kHz (A1A)

Frequency stability : Within \pm 40Hz (+10 to +50°C)
 Within \pm 20Hz (-10 to +50°C
 using optional crystal oven)

Intermodulation : Less than -31dB below PEP

Spurious radiation : Less than -40dB

Carrier suppression : -40dB or less (J3E)
 -18dB (R3E)
 - 6dB (H3E)

Audio response : Within 6dB from 350Hz to 2700Hz

Microphone input impedance : 40ohms

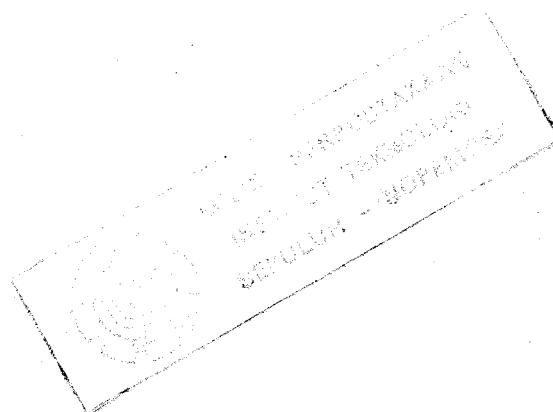
Standard microphone input level : +5dBm

Receiver

Receiving system : Single superheterodyne system

Sensitivity : J3E, R3E, A1A Less than 2 μ V
 H3E Less than 5 μ V
 at 20dB S/N and 500mW output

Selectivity : J3E, R3E, A1A
 -6dB 2.35kHz or more
 -60dB Within 4.8kHz
 H3E
 -6dB 5.4kHz or more
 -60dB Within 20kHz



AGC characteristic : Less than 10dB output variation
for 20 to 100dB μ antenna input
Spurious response : -40dB or more
Clarifier : ± 100 Hz or more
(Fixed for transmission,
exclusively for reception)
Maximum audio output: 4W at 4ohms load with less than
10% distortion

TWO-TONE ALARM GENERATOR

Signal frequencies : 1300Hz and 2200Hz
Duration of
transmission : 30 sec to 60 sec
Frequency deviation : Within $\pm 1.5\%$
Signal length : 250ms \pm 50ms
Signal switching
time : Within 50ms
Amplitude ratio of
signals : Within 1 : 1.2

Dimensions and Weight

Dimensions : 385mm (W) x 423mm (D) x 150mm (H)
Weight : Approx. 12kg



LAMPIRAN I

STASION BUMI KECIL (SBK) LEN-LIPI

SPESIFIKASI TEKNIK.

Function	Characteristics
a. Frequency range:	3.7 to 4.2 GHz.
b. Bandwidth:	500 MHz.
c. Gain:	48 ± 3 dB
d. Gain response:	less than ± 0.4 dB/40 MHz.
e. Noise temperature:	100 Kmax.
f. Gain stability:	± 0.1 dB/hour ± 0.2 dB/day ± 0.3 dB/week
g. Intermodulation:	at least 50 dB below the level of two test carriers, each having a LNA output level of -5 dBm.
h. Input VSWR:	better than 1.25:1
Output VSWR:	better than 1.25:1
i. Spurious signal:	below thermal noise
j. Group delay (in any 40 MHz):	
Linear:	± 0.05 ns/MHz.
Parabolic:	± 0.01 ns/MHz.
Ripple:	0.2 ns peak-to-peak.
k. AM-PM conversion:	less than $0.5^\circ/\text{dB}$ for output power level up to $+5.0$ dBm.
l. Gain linearity:	Noise to -60 dBm (0.5 dB compression)

KONDISI LINGKUNGAN

A. SELAMA TIDAK BEROPERASI.

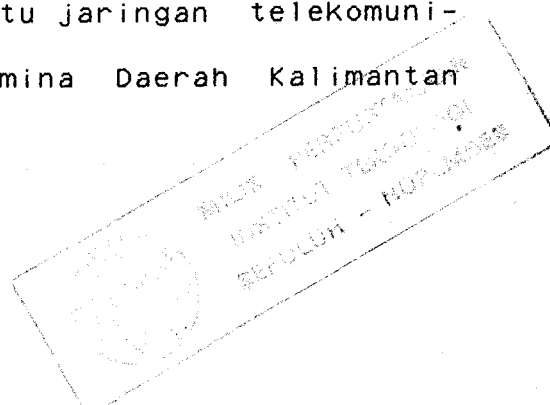
- a. Temperature : -50°C sampai 70°C .
- b. Relative Humidity : 0 sampai 100 %.
- c. Elevation : Sampai 4600 meter di atas permukaan laut.
- d. Vibration and shock : Dapat mengatasi jenis goncangan dalam transportasi kapal dan pengangkutan yang normal.
- e. Salt atmosphere : Dapat mengatasi cuaca pada kondisi daerah berpantai tanpa tambahan bahan kimia baik di pabrik maupun instalasi.

B. SELAMA BEROPERASI.

- a. Type of Service : Kontinyu.
- b. Orientation : Tidak mempengaruhi performance untuk segala bentuk keadaan.
- c. Ambient temperature : -50°C sampai $+50^\circ\text{C}$.
- d. Relative humidity : Sampai 95 % pada 40°C .

USULAN TUGAS AKHIR

1. J U D U L : STUDI TENTANG IMPLEMENTASI KONSEP
ISDN PADA JARINGAN TELEKOMUNIKASI
PERTAMINA DAERAH KALIMANTAN.
2. RUANG LINGKUP : 1. Teknik Switching & Teleponi
2. Sistem Transmissi Telekomunikasi
3. Teknik Jaringan Telekomunikasi
3. LATAR BELAKANG : Melihat perkembangan teknologi dan
lingkup kegiatan Industri Migas di
Indonesia umumnya dan di Pertamina
Daerah Kalimantan khususnya, yang
memiliki lokasi operasi perminyakan
yang tersebar diberbagai pelosok
Kalimantan, dibutuhkan suatu
jaringan telekomunikasi yang terin-
tegrasi baik sistem maupun jenis
pelayanan untuk dapat mengkoordina-
sikan seluruh kegiatan yang ada
dilokasi tersebut.
4. T U J U A N : Mempersiapkan konsepsi dasar imple-
mentasi suatu jaringan telekomuni-
kasi Pertamina Daerah Kalimantan



yang terintegrasi sistem dan jenis pelayanan.

5. PENELAAHAN STUDI : Jaringan Digital Terpadu (IDN) teleponi merupakan salah satu implementasi teknik digital. Kemampuan sinyal digital dalam IDN untuk membawa sinyal suara dan non-suara secara bersama-sama dengan keandalan yang cukup, diimplementasikan dalam suatu jaringan digital untuk pelayanan terpadu (ISDN). Kemudian dipelajari kemungkinan implementasi konsep ISDN tersebut pada jaringan telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan.

6. R E L E V A N S I : Diharapkan hasil studi tentang ISDN ini nantinya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan atau masukan dalam rencana pengembangan sistem telekomunikasi Pertamina Daerah Kalimantan.

7. LANGKAH - LANGKAH : 1. Studi Literatur
2. Pengumpulan Data
3. Mengolah data
4. Pembuatan buku laporan

8. JADUAL PELAKSANAAN :

Bulan ke Kegiatan	I	II	III	IV	V	VI
Studi Literatur						
Pengumpulan Data						
Mengolah Data						
Pembuatan buku Laporan						